INTRODUCÇÃO

AO

ESTUDO DAS ARTES CERAMICAS

DA ARGILLA

POR

SEVERIANO AUGUSTO DA FONSECA MONTEIRO

DISSERTAÇÃO

PARA O

CONCURSO AO LOGAR DE PROFESSOR SUBSTITUTO

DAS

7.ª, 8.ª, 9.ª, 10.ª E 11.ª CADEIRAS

DO

INSTITUTO INDUSTRIAL E COMMERCIAL DE LISBOA

LISBOA

IMPRENSA NACIONAL

1889

INTRODUCÇÃO

AO

ESTUDO DAS ARTES CERAMICAS

DA ARGILLA

POR

SEVERIANO AUGUSTO DA FONSECA MONTEIRO

DISSERTAÇÃO

PARA O

CONCURSO AO LOGAR DE PROFESSOR SUBSTITUTO

DAS

7.ª 8.ª 9.ª 10.ª E 11.ª CADEIRAS

DO

INSTITUTO INDUSTRIAL E COMMERCIAL DE LISBOA

LISBOA

IMPRENSA NACIONAL

1889

CAPITULO I

Da argilla

Propriedades, caracteres geraes e composição — Constituição intima — Origem e modo de formação — Classificação e caracteres differenciaes.

Propriedades, caracteres geraes e composição

Na technologia ceramica dá-se o nome de *argilla* ou *barro* a massas terrosas mais ou menos endurecidas, de côres e aspectos variados, em geral unctuosas e macias ao toque, insoluveis na agua, que sendo em grande quantidade as desaggrega e separa as tenues particulas de que ellas se compõem e que sendo em pequena proporção relativamente ao volume de terra é por ellas absorvida, dando logar á formação de uma pasta que póde ser amassada e que apresenta uma consistencia e cohesão que lhe permitte ser moldada, modelada, esculpida e torneada e conservar a fórma que recebeu. Pela desseccação a consistencia augmenta e submettida ao calor esta pasta endurece e a altas temperaturas é susceptivel de adquirir grande duresa e sonoridade, perdendo então aquellas propriedades e soffrendo, em uns casos, uma semi-vitrificação que a torna impermeavel aos liquidos, ficando porém para a maioria dos barros porosa e permeavel e com as superficies rugosas e asperas.

Scientificamente considerada a argilla pura é um silicato de alumina hydratado e amorpho, que é a base essencial de todos os barros por mais differentes que pareçam.

Esta noção é porém muito incompleta, porque a composição das argillas, taes quaes se encontram na crusta terrestre, é muito variavel com as rochas de cuja decomposição proveem e segundo as condições em que se operou essa decomposição e d'estas circumstancias dependem as suas propriedades especiaes e portanto as applicações de que são susceptiveis.

Extrahidas dos seus jazigos as argillas são combinações de

silica alumina e agua a que, salvas mui raras excepções, se acham associadas, em proporções muito variaveis, diversas substancias estranhas, das quaes as mais frequentes são: carbonatos de cal e magnesia, oxydo de ferro, alcalis, areias, grãos de quartzo e de feldspatho, laminas de mica, grãos de pyrite, materias organicas, etc., e em quantidades minimas acidos vanadico, titanico e tantalico.

Estas materias estranhas ou algumas d'ellas, encontram-se umas vezes em fragmentos muito mais volumosos do que as particulas argillosas, e n'este caso é facil separal-as por levigação e decantação, outras porém em tal estado de divisão ou tão intimamente associadas ao silicato de alumina que a mais cuidadosa lavagem não consegue isolal-as.

É aos oxydos e sulphuretos de ferro e ás materias organicas que os barros devem as variadas côres com que se nos apresentam em crús e as reacções e decomposições a que estes corpos dão logar na cozedura explicam a mudança de côr que geralmente d'ella resulta.

Alem da coloração, denuncia tambem a presença das substancias estranhas e especialmente de algumas d'ellas, o amollecimento maior ou menor, segundo a sua proporção, que os barros experimentam quando submettidos a altas temperaturas.

D'este amollecimento que é um começo de fusão resulta para os productos ceramicos maior resistencia, cohesão e duresa e menor permeabilidade á agua, mas tambem a sua deformabilidade e a incapacidade para resistirem a mais elevadas temperaturas que acabariam por os fundir completamente.

Taes quaes as utilisa a industria, na maioria dos casos, as argillas são pois uma mistura mais ou menos grosseira de verdadeira argilla com corpos estranhos.

As proporções entre a silica, a alumina e a agua que a analyse revela nas argillas são muito variaveis, oscillando as da silica entre limites que vão desde 45 a 80 por cento, ficando as da alumina entre 15 e 45 e encontrando-se todas as proporções de agua entre 6 e 25 por cento, posto que geralmente se mantenham entre 10 e 12.

É pois difficil, se não impossivel, representar as argillas por uma formula chimica, já pela composiçãe complexa que lhes attribuimos, já porque o proprio silicato de alumina provindo da decomposição dos feldspathos, *Orthose, Albite, Oligo-clase, Labradorite,* de composição differente, não terá uma composição constante em todas ellas, e estará talvez associado a outros silicatos de composição duvidosa ou desconhecida, resultando d'aqui as differenças de proporções, entre a alu-

mina e a silica não misturada no estado de areia, que a analyse determina para as differentes argillas.

Seccas ao ar livre, as argillas retêem ainda uma certa quantidade de agua que só perdem pelo aquecimento. Assim, subjeitas a uma temperatura de 100° c. perdem 2 a 3 por cento de agua sem que percam a propriedade de a absorver novamente para formar pasta; é a agua hygrometrica ou de pedreira, muito variavel e em alguns casos muito abundante. De 100° até á incandescencia continuam a perder agua, que é já a combinada, que entra na composição do silicato hydratado de alumina e na dos corpos estranhos que com elle podem estar misturados ou associados. Esta agua só é totalmente expulsa a uma temperatura correspondente ao calor rubro, egual, pelo menos, ao da fusão da prata.

Um aquecimento a 300° c. não determina pois a completa eliminação da agua, mas é sufficiente para que a argilla que o soffreu, não possa novamente recebel-a para se tornar a amassar, por mais fino que seja o pó a que se reduza.

As argillas relativamente mais aluminosas, que, como veremos, são as que melhor se prestam ao trabalho do artista, são as que contêem mais agua de combinação.

As mais resistentes ás altas temperaturas não são porém nem as mais aluminosas nem as mais siliciosas. O maximo de resistencia corresponde a proporções intermedias que não é facil fixar.

As elevadissimas temperaturas obtidas com o maçarico de gaz transformam as argillas em vidros, com grande facilidade.

As argillas são mais ou menos atacaveis pelos acidos, cuja acção é mais energica sobre as que soffreram uma moderada calcinação.

Constituição intima das argillas

Dissemos de um modo geral que as argillas são silicatos hydratados de alumina e que a experiencia tem demonstrado que as proporções reveladas pela analyse chimica entre a silica e a alumina, posto que muito variaveis, ficam sempre contidas entre certos limites, de modo que a composição das argillas só póde ser representada de um modo geral pela formula

$$m\,Al^2\,O^3,\ m'\,Si\,O^2 + m''\,HO.$$

É realmente porém a argilla um silicato hydratado de alumina que se possa definir?

A chimica tem demonstrado que se encontram na natureza

e que se podem formar artificialmente combinações de silica com as bases em que o acido entra em proporções muito diversas. Assim, ha silicatos simples formados por tres equivalentes de base e um de acido (silicatos de ferro, cal e magnesia) e outros em que acido e base entram ambos por um equivalente (silicato de alumina).

Ha tambem bisilicatos em que tres equivalente de base estão combinados a dois de acido (bisilicatos de ferro, cal e magnesia) emquanto que no bisilicato de alumina um equivalente de base se combina com dois de acido.

Acham-se emfim trisilicatos formados por um equivalente de base e um de acido (trisilicatos de cal, magnesia e ferro) posto que o trisilicato de alumina seja constituido por um equivalente de base e tres de acido.

É tambem um facto adquirido para a sciencia que a silica, a cal, a magnesia e a alumina são infusiveis ás mais altas temperaturas dos nossos fornos; que os silicatos e bisilicatos simples de cal, magnesia e alumina são muito difficilmente fusiveis emquanto que os silicatos e bisilicatos triplos d'estas mesmas bases são muito fusiveis.

Ora a experiencia, secundada pela analyse, mostra que argillas de composição egual ou muito approximada se comportam de modos muito differentes, submettidas á mesma elevada temperatura.

Em presença d'estes factos não será licito suppôr que na mesma argilla se encontrem os differentes graus de saturação de que são susceptiveis os silicatos e que ellas sejam misturas em doses variadas nas differentes argillas, embora definidas, para cada uma, de dois ou tres silicatos de alumina, e que o mesmo se possa dar para algumas das outras bases que geralmente entram na sua composição? E sendo assim, seriam todos os silicatos hydratados e em que grau? E não existindo na argilla crua, não se produzirão durante a cozedura, a alta temperatura, reacções proprias para dar origem a estes differentes silicatos.

É certo que até hoje a chimica não chegou ainda a estabelecer a presença simultanea dos diversos silicatos da mesma base, em um composto natural, se não por calculos baseados sobre os dados fornecidos pela analyse quantitativa, que, para este caso, varias circumstancias podem tornar falliveis e por isso a interrogação que vimos de formular terá talvez de ficar sem resposta definitiva até que por ventura, no seu caminhar incessante, a sciencia venha a descobrir processo analytico que permitta separar os diversos silicatos uns dos outros e doseal-os separadamente, derramando assim plena luz sobre

o problema, até agora insoluvel, da constituição das argillas.

E não pareça que este facto tenha apenas um interesse especulativo; é muito de presumir que o conhecimento mais intimo da materia prima seja de grande importancia para a industria, para lhe servir de guia na interpretação de muitos phenomenos importantes que se observam na cozedura dos barros, libertando-a dos accasos do empirismo e da necessidade de tantas tentativas, tantas vezes mallogradas.

Admittida a hypothese que acima fica formulada, explica-se facilmente a differença de propriedades, de argilla para argilla, pela variedade das proporções dos differentes silicatos e explica-se o facto estranho, a que já nos referimos, de apresentarem propriedades differentes, sob o ponto de vista das artes ceramicas, argillas em que os mesmos elementos entram em proporções eguaes ou muito proximamente eguaes.

Se aos poderosos meios de acção, de que a sciencia já hoje dispõe, se podesse juntar algum que substituisse o factor que tão grande e importante papel representa nos trabalhos chimicos e geologicos da natureza, o tempo, talvez que por via de synthese se pudesse fazer luz sobre este ponto em que a analyse deixa muito a desejar.

Talvez que fazendo misturas em que aquelles diversos silicatos entrassem, respectivamente, nas proporções mais variadas e ás quaes se addicionasse areia, pyrites, cal, magnesia e alcalis em pequenas proporções, dando ao todo uma grande homogeneidade, que provavelmente na natureza é só obra de tempo, se obtivessem substancias que correspondessem, pela sua composição e pelas suas propriedades, ás diversissimas argillas que a natureza nos apresenta.

Seja porém como for, a questão é tanto mais complicada quanto é certo que, alem dos compostos que possam ser definidos, na composição de muitas argillas entra, no estado de simples mistura, não só a silica mas tambem a alumina, como se evidencia pelos trabalhos do sr. Le Chatelier sobre a constituição das argillas.

Origem e modo de formação

Qualquer que seja a sua composição e maior ou menor pureza relativa, todas as argillas devem a sua formação á alteração e decomposição, não só e principalmente de rochas ricas em feldspatho, mas tambem de outras que contém especies mineralogicas constituidas por silicatos multiplos, entre cujas bases figura a alumina.

Quanto ás rochas feldspathicas é esta asserção plenamente demonstrada pelo facto de se encontrar frequentes vezes a argilla mais pura envolvida pelas rochas feldspathicas, que contêem o feldspatho no estado de crytaes perfeitos, como os granitos e tambem no de pasta reunindo os crystaes, como os porphyros, e de se observarem os mesmos crystaes, conservada a fórma e a structura, mas perdida a transparencia, a dureza e a resistencia, já em parte decompostos, brancos, e friaveis, permittindo por assim dizer surprehender e acompanhar a decomposição successiva que os transforma na substancia terrosa, branca, de natureza argillosa que se póde isolar por levigação e decantação e que apresenta todos os caracteres de uma argilla pura, cujo typo é o *kaolim*.

Qual é porém o processo de decomposição e quaes os seus agentes?

O que occorre desde logo, e é esta effectivamente a theoria mais geralmente adoptada, é que essa decomposição, que consiste no desdobramento do silicato duplo que constitue o feldspatho, com eliminação do alcali, seja devida á acção dos agentes atmosphericos agua, ar e acido carbonico que forme carbonatos soluveis com as bases alcalinas dos feldspathos, auxiliada provavelmente, em alguns casos, pelo calor, pela electricidade, pela pressão e por acções mechanicas.

A intervenção do ar humido, secundado pelas variações de temperatura da atmosphera, na *kaolinisação* das rochas graniticas, prova-se indirectamente pelos seguintes factos: no Egypto, paiz favorecido por um clima muito egual e secco aquella transformação não se produz de modo apreciavel e o granito conserva-se atravez dos seculos sem alteração sensivel, emquanto que, bem ao contrario, na Russia esta rocha, mesmo depois de polida, deteriora-se muito rapidamente.

Nas formosas noites de inverno, diz o sr. de Lapparent, vêem-se scintillar na sua superficie, como outros tantos diamantes, innumeros pequenos crystaes de gelo, cada um dos quaes é uma ferramenta microscopica applicada á destruição do granito.

Os grãos de quartzo das rochas graniticas não são atacados, mas a kaolinisação do feldspatho que os envolvia e o arrastamento pela agua do elemento argilloso deixa o quartzo em grãos isolados. É assim que sob a influencia das aguas de infiltração a maior parte das rochas graniticas se transforma em rochas mais ou menos arenaceas.

A kaolinisação, embora em pequena escala, das paredes das pedreiras de rochas feldspathicas, constantemente molhadas, é tambem um facto de observação diaria.

A acção da agua sob pressão e do calor prova-se pelas experiencias de Forchhammer que conseguiu dissolver parte da silica e da potassa de um feldspatho, juntando-lhe agua que subjeitou a uma prolongada ebullição, sob uma forte pressão.

A acção do acido carbonico dissolvido na agua, pela qual as rochas são sempre mais ou menos lixiviadas, sem duvida uma das mais importantes, exerce-se dando logar á formação de carbonatos alcalinos e alcalino terrosos que são dissolvidos, sendo a silica isolada dos silicatos tambem em parte arrastada pelas dissoluções alcalinas e em parte dissolvida (por se achar no estado nascente) pelas proprias aguas de infiltração, as quaes não a arrastam toda, quando a sua velocidade não é bastante grande para a dissolver á medida que se vae separando, vindo por isso, quasi sempre, a ficar alguma silica sob a fórma de venulas no seio do rocha alterada.

Como complemento e confirmação do que deixamos exposto citaremos as interessantes experiencias do sr. Daubrée, sobre a decomposição chimica dos feldspathos provocada pelas acções mechanicas, que são muito concludentes a favor da theoria da decomposição das rochas feldspathicas pelos agentes atmosphericos.

Estas experiencias consistiram em observar os resultados do attrito de feldspatho sobre feldspatho, pondo-o em fragmentos e com agua, em um vaso cylindrico a que se dava movimento de rotação com uma velocidade de cerca de 2550 metros por hora, como apresentam frequentemente as aguas correntes; o peso da agua representava uma a duas vezes o da materia solida.

Como os resultados variavam segundo a natureza do vaso e a naturesa do liquido em que se operava a fricção dos fragmentos de feldspatho, o sr. Daubrée teve de submetter a mesma substancia a diversos ensaios, successivamente, em cylindros de grés e de ferro e em presença, quer de agua pura, quer de agua tendo em dissolução alguns dos agentes chimicos mais universalmente espalhados na natureza.

Assim experimentaram-se successivamente, como solventes, a agua distillada, a agua carregada de acido carbonico, de chloreto de sodio, de cal, etc.

O feldspatho (orthose) sobre o qual se fizeram os principaes ensaios, pertencia a uma variedade dos arredores de Limoges em cuja fabrica de porcellanas era applicado aos esmaltes, e não apresentava indicio algum de alteração.

Uma experiencia prévia tinha dado a certesa de que a *coberta* dos vasos de grés, empregados na experiencia, não cedia

absolutamente nada do seu alcali á agua em que estivesse immergida.

Experimentando nas condições indicadas, o sr. Daubrée obteve os resultados seguintes:

Feldspatho e agua pura. O feldspatho em fragmentos, submettido a um movimento demorado em presença da agua distillada e em cylindros de grés, soffreu uma decomposição notavel, revelada pela presença de silicato de potassa na agua, que se tornou alcalina.

Operando em cylindro de ferro, a acção é na apparencia mais complicada. A agua torna-se alcalina, como no primeiro caso, mas deixa de conter silica. Esta differença deve ser produzida pela intervenção da substancia metallica do vaso na reacção; o ferro, muito dividido, destacado pelos repetidos choques dos fragmentos da rocha contra as paredes do vaso, oxyda-se durante a experiencia e o oxydo de ferro apodera-se do acido silicico do silicato alcalino á medida que este se vae separando do feldspatho e na agua fica apenas potassa livre.

O sr. Daubrée certificou-se directamente d'esta acção decomponente do hydrato de ferro puro sobre uma dissolução de silicato de soda, verificando que a totalidade da silica era promptamente subtrahida á dissolução.

Tres kilogrammas de feldspatho depois de um movimento prolongado durante cento e noventa e cinco horas, correspondente a um percurso de 460 kilometros, em um cylindro de ferro, produziram $2^{k},720$ de lodo.

Os cinco litros de agua em que se tinha operado a trituração não continham então menos de $12^{g},60$ de potassa livre ou seja $2^{grs.},52$ por litro.

N'estas experiencias o liquido continha sempre, alem da silica e da potassa, uma certa quantidade de alumina acompanhando o alcali e quasi sempre sulphatos e chloretos. A presença d'estes saes explica-se pela sua frequente interposição nas rochas feldspathicas, mas uma tal origem não poderia ser admittida para a potassa, a alumina e a silica, porque o feldspatho triturado a secco e reduzido a pó impalpavel não communica á agua, mesmo depois de um prolongado contacto, se não uma reacção levemente alcalina, o que não succederia se o feldspatho contivesse potassa interposta ou tivesse soffrido uma decomposição anterior á experiencia. Este facto mostra ao mesmo tempo que a trituração, só por si, não basta para dar logar á decomposição do feldspatho e que a propria agua actuando ulteriormente sobre o pó feldspathico não produz tambem effeito chimico bem sensivel.

Para que a decomposição se opére, é pois necessario que

a divisão mechanica e a acção dissolvente da agua se exerçam simultaneamente.

Feldspatho e agua salgada. Como o rolamento das rochas se opéra não só nos continentes como tambem no mar, o sr. Daubrée quiz tambem investigar como se comportaria o feldspatho moendo-se no seio da agua salgada. Em vez porém de agua do mar, cuja composição é muito complexa, empregou uma solução definida contendo 3 por cento de chloreto de sodio.

Mantidas todas as condições das experiencias precedentes e quer operando em vaso de grés, quer recorrendo ao de ferro, apenas se obteve uma reacção alcalina e ainda muito mais fraca do que a obtida com a agua distillada.

A natureza do solvente exerce pois n'este caso uma influencia inesperada sobre o resultado final. Seria interessante averiguar qual a acção exercida sobre o feldspatho pelos saes de magnesia que abundam na agua do mar e pela propria agua do mar e no caso d'ella ser positiva destrinçar a parte que caiba a cada um dos seus principios.

Feldspatho e agua carregada de acido carbonico. A influencia do solvente sobre o phenomeno que vimos estudando é ainda evidente quando ao sal marinho se substitue o acido carbonico, considerado como um dos agentes naturaes mais energicos da decomposição dos silicatos.

Dois kilogrammas de calhaus de feldspatho, bem arredondados, deitados em tres litros de agua saturada de acido carbonico, foram submettidos á rotação, durante sessenta dias, em um vaso de grés e o acido renovado uma vez durante a experiencia. Feito por esta fórma um percurso equivalente a 142 kilometros obteve o sr. Daubrée 48 grammas de lodo, 0g,270 de potassa livre e 0g,75 de silica, d'onde deve concluir-se que a presença do acido carbonico, em um vaso de substancia inatacavel por este reagente, tem por effeito auxiliar poderosamente a decomposição do feldspatho.

Operando em vaso de ferro, o metal destacado das suas paredes, pelo attrito, dá logar á formação de carbonato de protoxydo de ferro que se dissolve na agua e manifesta-se um desenvolvimento de hydrogenio, devido á decomposição da agua sob a influencia do metal.

Quanto ao feldspatho, tinha sido atacado, mas menos do que pela agua pura, em analogas circumstancias.

A agua de cal deu resultados comparaveis aos obtidos com a dissolução de sal marinho.

Estas interessantes experiencias provam, pois, que por detraz do facto, na apparencia tão simples, da divisão mechanica

das rochas pelo attrito dos seus fragmentos, rolando uns sobre outros, no seio das torrentes e dos rios, se occulta uma acção chimica lenta e gradual mas bastante energica para decompor um mineral resistente á acção dos acidos e dos mais estaveis que se conhecem.

Quanto ao papel da electricidade parece ser menos importante ou exercer-se apenas em casos especiaes, porque a agua, sobretudo carregada de acido carbonico e sob forte pressão, explica perfeitamente a transformação que vimos estudando. Comtudo a sua acção possivel, em alguns casos, pelo menos, demonstra-se pelas experiencias de Malaguti e Brongniart que subjeitando feldspatho em pó humido á acção de uma corrente electrica, durante muito tempo, obtiveram uma reacção alcalina que prova um começo de decomposição do feldspatho e que uma corrente electrica prolongada por muito tempo e transmittida pela agua póde, por fim, determinar a decomposição das rochas feldspathicas.

D'aqui concluiram aquelles illustres sabios que, em alguns casos, o contacto das rochas ferruginosas, determinando a corrente electrica, póde ter auxiliado e accelerado a decomposição produzida pela agua.

Em apoio d'este modo de ver Brongniart faz notar a frequencia da presença das rochas ferruginosas nas explorações de kaolim, cita os factos observados nos jazigos de Saint Yrieix, de Lonhossoa, de Pieux, de Morl e de Alençon e especialmente em Aue, em que a disposição das rochas ferruginosas em alternancia com as feldspathicas é muito accentuada e distincta e refere que em Sosa, na Saxonia, se observa, em um terreno de granito, um filão de quartzo que o atravessa e que é acompanhado de duas salbandas de minerio de ferro, estando o granito, á direita e á esquerda d'estas salbandas, decomposto em magnifico kaolim.

O kaolim que está junto ás rochas teria, pois, n'este caso, sido produzido pela acção decomponente exercida pelo contacto de rochas de natureza differente que se acham dispostas á maneira de pilha voltaica.

Quaesquer que sejam porém os agentes da decomposição das especies feldspathicas e o processo por que ella se effectue, a sua transformação em kaolim é um facto positivamente adquirido para a sciencia.

Este phenomeno, que outr'ora se deu talvez em maior escala, mas que de certo se produz ainda na actualidade, é porém mais geral e, segundo os trabalhos de Ebelmen, o elemento feldspathico não é o unico que soffre esta alteração, que tambem deve ser experimentada pelos silicatos que não

contêm alcalis e os mineraes e rochas examinadas attentamente e achados em estados de alteração que a analyse chimica tem permittido acompanhar, por assim dizer, passo a passo, mostram de um modo evidente que a transformação do feldspatho em kaolim é apenas um caso particular da decomposição geral dos silicatos, sob a influencia dos agentes atmosphericos.

Em muitos pontos se tem observado a alteração, por assim dizer kaolinica, dos basaltos, das trachytes, das granadas, etc., desapparecendo a maior parte dos elementos e concentrando-se a alumina no residuo, com fixação de uma certa quantidade de agua.

Generalisando o facto d'esta decomposição e estudando-o fóra de qualquer hypothese sobre as causas primeiras da alteração, Ebelmen traduz o phenomeno que se dá na decomposição, sob a influencia dos agentes atmosphericos, dos silicatos aluminosos contendo alcalis ou outras bases e que a experiencia verifica, da seguinte fórma: A alumina concentra-se no producto da decomposição retendo uma parte da silica e fixando uma certa quantidade de agua, emquanto que as outras bases são arrastadas com grande parte da silica e o producto final da decomposição approxima-se, cada vez mais, de um silicato hydratado de alumina, embora a eliminação das outras bases se não faça por completo, nem mesmo para os alcalis que se encontram em quasi todas as argillas e alguns kaolins em proporção que chega a attingir 4 por cento.

Como consequencia d'estes factos póde admittir-se que todas as rochas eruptivas, contendo alumina, deixam, pela sua decomposição, um residuo argilloso mais ou menos impuro, mais ou menos misturado com quartzo, oxydo de ferro, etc., segundo a natureza da rocha primitiva e conforme as circumstancias que acompanham a sua alteração.

Se alem d'isso considerarmos que quasi todas as rochas de origem eruptiva são mais ou menos atacadas pelos agentes atmosphericos, poderemos facilmente attribuir á decomposição d'estes terrenos, tão abundantes na crusta terrestre, a formação de grande parte das materias argillosas.

E esta theoria é tanto mais plausivel que só por excepção se encontram nos terrenos estratificados silicatos de bases multiplas, analogos aos das rochas eruptivas, emquanto que o silicato hydratado de alumina, a argilla, forma o seu principal elemento.

Resumindo pois o que vimos de dizer, podem dar logar á formação da argilla, não só todas as rochas feldspathicas, como os granitos, gneiss, pegmatites, porphyros, diorites, ophites,

etc., mas tambem as que como as trachytes, basaltos, schistos, arkoses, etc., contém silicatos basicos susceptiveis de darem, pela decomposição, silicato de alumina.

É natural que estas differentes rochas e ainda as differentes formações da mesma rocha, apresentem entre si grandes differenças, sob o ponto de vista da sua maior ou menor facilidade de decomposição e que portanto o rendimento em kaolim, ou argilla pura, seja muito variavel, como effectivamente é, não só de jazigo para jazigo mas tambem muitas vezes de um ponto para outro do mesmo jazigo.

O processo geral de kaolinisação que indicámos deve porém ser muito lento e assim, em periodos de tempo relativamente curtos, as aguas meteoricas, cuja acção é apenas superficial, só podem ter dado origem a pequenos depositos ou veios de argilla pura. Não devem pois ter sido formados pelas aguas de infiltração os grandes jazigos de kaolim que segundo as observações geologicas que permittem determinar-lhes a idade relativa, devem ter sido contemporaneos das rochas eruptivas com as quaes se acham em estreita relação, quer no seu seio, quer em contacto intimo e que devem portanto ter soffrido uma decomposição mais geral produzida por phenomenos especiaes.

Estão n'este caso alguns dos mais notaveis jasigos de kaolim e entre elles o de Limouin em França, cuja formação é pois, naturalmente devida a outras causas.

O sr. de Lapparent refere que já em 1824, de Buch emittira a opinião que o kaolim de Halle, na Prussia. devia a sua origem á alteração de um porphyro pelo acido fluorhydrico, modo de ver que foi plenamente confirmado pelo sr. Daubrée que tambem considera o kaolim de Austell, em Cornonailles, não como o resultado da decomposição, por assim dizer quotidianna. do feldspatho, mas como devida a reacções chimicas complexas, accusadas pela substituição da turmalina a parte do feldspatho. Por fórma analoga se explicaria a formação dos kaolins de Auersberg e de Zinnwald.

Assim tambem, em Portugal, é possivel que á formação do jazigo de kaolim de Alencarce, perto de Soure, não seja estranha uma erupção lamacenta das ophites com que se acha em contacto.

O deposito de kaolim da Feira, explorado para a fabrica de porcellana da Vista Alegre, encontra-se, em massa, no seio do gneiss que não se apresenta sensivelmenie decomposto.

Do facto de se encontrarem muito frequentemente as pyrites de ferro associadas aos jazigos de argillas bastante puras têem alguns mineralogistas e entre elles Mitscherlich de

Berlim, tirado a illação de que a ellas seria devida a decomposição do feldspatho.

Brongniart, o illustre sabio que por tanto tempo e com tanto brilho dirigiu a manufactura de porcellana de Sévres, attribue a formação dos jazigos de argillas refractarias, em grande parte, ás erupções vulcanicas e aos basaltos. Quasi todos os terrenos vulcanicos lavicos, diz elle, apresentam na base, na sua dejecção pulverulenta ou lamacenta, depositos de argilla pura que, algumas vezes muito misturados com cinza realmente lavica, não são susceptiveis de ser trabalhados, mas que em muitos casos podem ainda fornecer materiaes á arte ceramica. Encontram-se principalmente na Allemanha muitos jazigos de argillas refractarias e entre elles alguns dos mais afamados, que têem manifestamente esta proveniencia.

Conta-se, refere ainda o mesmo auctor, invocando o testemunho de mr. Horsfield, que por occasião de uma erupção do vulcão de Klutz o vento transportou até Batavia uma grande quantidade do pó barrento que se chama cinza vulcanica e esta pretendida cinza era uma verdadeira argilla, muito aluminosa.

Se a constancia da coexistencia dos terrenos basalticos com os jazigos de argilla refractaria fosse um facto tão geral, como pretende o distincto engenheiro e sabio professor, era provavel que os depositos d'este precioso material fossem menos raros no nosso paiz do que infelismente o são.

Formadas por qualquer processo as massas argillosas, comprehende-se perfeitamente que umas tenham ficado envolvidas no meio das proprias rochas de cuja alteração provêem, formando massas lenticulares, conservando a sua pureza e dando assim os jazigos de kaolim e que outras, postas em condições favoraveis para que as suas particulas sejam arrastadas pelas aguas pluviaes, tenham sido por ellas levadas em suspensão para irem ser depositadas mais longe, por via de sedimentação e que, n'este trajecto mais ou menos longo, tenham sido mais ou menos inquinadas de materias estranhas carriadas pelas aguas conjunctamente com ellas, dando assim logar á formação de camadas de argilla em diversos estados de impureza e de composição e propriedades differentes.

As argillas vulgares são, pois, de um modo geral o resultado da inquinação dos kaolins por substancias estranhas, que devem estar antes misturadas do que combinadas e as mais frequentes das quaes são, como já apontámos, o carbonato de cal, os oxydos de ferro, grãos de quartzo, crystaes de

feldspatho, laminas de mica, grãos de pyrite, carbonatos de magnesia e de ferro, gypso, alcalis, materias organicas e em pequena quantidade oxydos de titanio e vanadio, ás quaes se podem ainda juntar outros corpos, que, como a silica e alguns carbonatos e oxydos, possam ser chimicamente precipitados na mesma bacia em que elles se depositam.

Se assim não fôra, difficilmente se acharia uma outra origem para as massas argillosas dos terrenos estratificados as quaes não poderiam ser o resultado da simples erosão das rochas eruptivas, das quaes differem pela sua composição chimica menos complexa, pela agua que contêem em combinação e pelas suas propriedades physicas e technicas.

Assim se explica tambem que as argillas propriamente ditas, as impuras, se achem tão largamente espalhadas por todas as formações sedimentares formadas no seio das aguas quer doces, quer salgadas, da parte superior dos terrenos primarios e nos secundarios e terciarios, umas vezes, em camadas bastante regulares, intercaladas no seio dos calcareos, da hulha, dos schistos, outras, no meio de rochas arenaceas, siliciosas, ou de areias de que ellas formam a pasta, os grés, sendo comtudo mais desenvolvidas nas formações do jurassico superior e do cretacico inferior. Aqui se encontram, de preferencia aos outros terrenos, as argillas refractarias, mais geralmente em massas lenticulares do que em camadas e relativamente raras em toda a parte.

As argillas vulgares e especialmente as que contém calcareo em proporção notavel constituem um dos principaes elementos dos terrenos secundarios e terciarios e a sua impermeabilidade é a principal causa da presença, na crusta terrestre, dos lençóes de agua subterraneos que alimentam as fontes, os poços ordinarios e os poços artesianos.

Alem das argillas cujo modo de formação vimos de indicar ha uma outra classe que é formada por causa differente, que deve ser um processo exclusivamente chimico, visto que esta se apresenta geralmente constituindo filões ou enchimentos de fendas ou falhas, cheias por um deposito cuja formação é sem duvida posterior á d'ellas e que é uso considerar entre as argillas apesar de ter caracteres differentes e de não ser empregada nas artes ceramicas a cujo trabalho se não presta. É a chamada argilla *smectica* ou *terra de pisoeiro.*

Classificação das argillas

Caracteres differenciaes

Apesar das grandes variedades que as argillas apresentam não só no seu aspecto exterior, como na sua composição e

nas suas propriedades, variedades que resultam evidentemente da natureza da rocha de cuja alteração são o producto, do processo de decomposição por que foram produzidas e das circumstancias em que tenham sido formados os respectivos depositos, isto é, conforme se encontram no proprio local onde foram produzidas, ou se encontram em uma formação de transporte, tendo sido arrastadas n'um trajecto mais ou menos longo, e depositadas no seio de aguas mais ou menos impuras e mais ou menos revoltas, é comtudo possivel referil-as a quatro typos principaes e comprehendel-as todas na seguinte classificação:

Kaolins............	Argillas puras existentes nos proprios logares em que se deu a decomposição das rochas feldspathicas.	
Argillas plasticas [1] ...	Refractarias. Figulinas... Margas.....	Argillas propriamente ditas em depositos produzidos por via de sedimentação.
Argillas ferruginosas .	Argillas contendo oxydos de ferro em proporção notavel e por elles córadas de córes caracteristicas.	
Argillas smecticas...	Argillas produzidas por deposito chimico.	

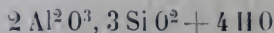
Kaolim

O kaolim, (assim chamado pela corrupção da palavra chinesa *kaoling*, nome da localidade em que esta substancia é explorada) é no estado de puresa, um silicato de alumina hydratado, contendo em cem partes, segundos uns

39,475 de silica
44,735 de alumina
15,790 de agua.

[1] Não seguimos o uso estabelecido de formar este grupo unicamente com as argillas refractarias, porque, como é sabido, a plasticidade nem é d'ellas exclusiva nem sempre n'ellas se encontra no mais alto grau, mesmo em relação ás argillas menos puras.

o que corresponde em equivalentes á formula

$$2\,Al^2O^3,\,3\,Si\,O^2 + 4\,HO$$

e segundo outros

46,511 de silica
39,535 de alumina
13,954 de agua

composição que se traduz pela formula atomica

$$Al^2O,^3\,2Si\,O^2 + 2\,H^2O$$

Estas composições e as respectivas formulas não são porém as unicas que têem sido attribuidas ao kaolim.

Quando puro, o kaolim é uma rocha terrosa, de consistencia friavel quasi sempre muito branca, de toque macio e unctuoso, que se apega levemente á lingua e se amassa bem com agua, e sendo formada de particulas muito tenues produz manchas brancas; é infusivel nos fornos de porcellana em que soffre grande retrahimento, inatacavel pelo acido chlorhydrico e soluvel a quente no acido sulphurico.

Na natureza porém raro se encontra no estado de pureza a que correspondem estas propriedades; assim contém geralmente fragmentos de feldspatho não completamente alterado, grãos de quartzo, palhetas de mica em parte decomposta, etc. das quaes póde em grande parte ser separado por levigação, e cujo estado de divisão e maior ou menor proporção no seio das massas kaolinicas determina a sua classificação, correspondente aos tres estados mais caracteristicos em que o kaolim se encontra na natureza, que se explicam pela decomposição mais ou menos avançada das rochas que lhe deram origem e que não são indifferentes no aproveitamento do kaolim como materia prima do fabrico da porcellana.

Assim por exemplo, se o kaolim contem oxydos de ferro, provenientes das rochas ferruginosas em que se encontram frequentemente envolvidos os seus depositos, ou provenientes da decomposição das micas córadas de varios granitos, será improprio para o fabrico da porcellana pela coloração que d'ahi resultaria para a pasta. Similhantemente um excesso de alcalis, provenientes das micas ou do feldspatho não decomposto, tornaria a pasta demasiado fusivel. Comtudo o kaolim absolutamente puro tambem não serve para o fabrico da porcellana, pelo grande retrahimento que experimenta pela cozedura e porque a falta de um pouco de alcali lhe não permitte adquirir a translucidez, resultante da vitrificação do

silicato duplo de alumina e potassa, caracteristica d'esta bella louça.

Conforme pois a menor ou maior proporção e o estado de divisão das substancias associadas ao kaolim, assim este se denomina *argilloso, areento, pedregoso.*

O primeiro, o mais puro, assim chamado porque a tenuidade das particulas de que é formado lhe dá o caracter de uma verdadeira argilla, provém geralmente da decomposição das pegmatites; é o mais raro e encontra-se constituindo veios ou massas pouco importantes, no seio dos jazigos do *pedregoso.* É o que fórma mais facilmente pasta com a agua, o menos fusivel e o que maior contracção soffre pela cozedura e não é por isso mesmo o mais proprio para o fabrico da porcellana.

Quando contém quartzo e feldspatho, em grãos finos, o que se reconhece facilmente submettendo-o á levigação e decantação, o kaolim denomina-se *areento.* Submettendo esta variedade á cozedura, no forno de porcellana, soffre um começo de fusão e obtem-se um *biscoito* translucido que não experimenta grande retrahimento. É pois este o verdadeiro barro de porcellana, já preparado, porque ao kaolim se encontram já associados o necessario fundente, o alcali do feldspatho, e o correctivo ao retrahimento, o quartzo.

Se porém o quartzo e o feldspatho se acham em grãos volumosos, o kaolim deixa de formar boa pasta com a agua, torna-se friavel, desaggrega-se facilmente pela pressão dos dedos e n'este estado chama-se *pedregoso*, e é o tanto mais quanto mais predomina o quartzo. É claro que n'este estado não póde ser empregado no fabrico da porcellana, se não como correctivo ou desengordurante do kaolim puro, mas póde ser facilmente desembaraçado das partes volumosas que contém, pela lavagem e decantação.

O rendimento em kaolim puro, tanto dos kaolins pedregosos como dos areentos, é muito variavel.

Como já dissemos, os jazigos mais importantes de kaolim que possuimos são os da Feira e de Alencarce.

Argillas plasticas

Incluimos n'este grupo as argillas refractarias e as argillas vulgares que se encontram em massas terrosas, brancas, acinzentadas, azuladas, amarelladas, esverdeadas, avermelhadas, acastanhadas, anegradas e córadas por todas as cambiantes d'estas côres e suas misturas, conforme a natureza e proporção das substancias estranhas com que estão associadas. Apresentam fractura terrosa, são macias e unctuosas ao

toque, deixam-se polir com a unha, apegam-se á lingua quando seccas, fasem com a agua uma pasta que se amassa facilmente e exhalam um cheiro particular quando se apresentam ao halito humido ou quando se amassam e deixam-se esmagar sob pequenas pressões.

Ao ar secco perdem uma parte da sua agua soffrendo um retrahimento consideravel, abandonam o resto quando se calcinam e a contracção augmenta com a temperatura conservando porém sempre a fórma recebida.

Humidas, é tão difficil fazel-as penetrar pela agua, como prival-as d'ella depois de embebidas.

O retrahimento póde chegar a 20 por cento posto que em media não exceda 10 por cento das dimensões lineares das peças.

Tratadas por uma grande quantidade de agua, desaggregam-se turvando o liquido e ficam em suspensão durante muito tempo, o que prova a grande tenuidade das partes que constituem a mistura em cujo seio a verdadeira argilla sobrenada em particulas inteiramente impalpaveis.

Estas argillas são atacaveis, em parte, pelos acidos chlorhydrico e azotico ferventes que chegam a dissolver um quarto da sua massa e quasi na totalidade pelo acido sulphurico. A sua resistencia ás temperaturas elevadas apresenta grandes variantes que dependem, como é facil de presumir, da maior ou menor quantidade de materiaes estranhos que contêem.

D'estas as mais raras são as

Argillas refractarias

Constituidas por silicato hydratado de alumina quasi puro, embora contenham silica ou alumina em excesso formam facilmente pasta amassadas com agua e não dão pela cosedura silicatos multiplos ; são portanto dificilmente fusiveis (as mais puras resistem sem alteração sensivel á temperatura de 129° do pyrometro de Wedgwod) e adquirem grande dureza e resistencia pela cozedura a muito altas temperaturas que torna impermeaveis aos liquidos os productos com ellas fabricados, *os grés ceramicos.*

São portanto de grande apreço e prestam ás artes, ás industrias e á sciencia, inestimaveis serviços. Servem á fabricação dos tijolos refractarios, material de construcção dos fornos onde se produzem as mais elevadas temperaturas, dos tubos de grés tão recommendaveis para canalisações de aguas e de esgotos pela sua impermeabilidade, resistencia e inalterabilidade; fornecem a materia prima para a fabricação dos potes ou cadinhos em que se funde o vidro, das retortas

em que se distilla a hulha para o fabrico do gaz de illuminação, das caixas em que vai ao forno a louça de faiança e de porcellana e de uma infinidade de vasilhas em que se podem acondicionar e transportar substancias que, pelas suas propriedades chimicas, não podem ser contidas em vasos de outra natureza.

Póde tambem incluir-se n'este grupo o barro branco ou acinzentado conhecido sob a designação de barro de cachimbo que é muito estimado no fabrico da faiança fina.

Encontram-se em massas compactas e friaveis em terrenos de differentes idades posto que muito commummente na base dos terrenos terciarios, cobrindo immediatamente a crê.

Das argillas plasticas de Portugal podem classificar-se n'este grupo, as do Casal dos Ovos, proximo a Pombal, as da Abrigada, as das Devesas e as da Venda Secca nos arredores de Lisboa.

São em geral unctuosas e susceptiveis de se polir com a unha quando frescas e, quando seccas, são tenases e apegam-se á lingua. A sua cor varia do branco ao preto passando pelo cinzento e pelo rosa, mas deve ser sempre uniforme sem manchas; a fractura deve mostrar grãos muito regulares.

Argillas figulinas

Menos puras do que aquellas, formam com a agua uma pasta em geral menos facil de trabalhar, fundem a temperatura inferior á que as refractarias podem supportar sem alteção e adquirem pela cozedura uma côr mais ou menos avermelhada. Uma temperatura elevada cobre os objectos feitos com estas argillas de uma especie de verniz e amollece-os ligeiramente sem os fundir. Estas propriedades, bem como a coloração que apresentam, dependem, como já dissemos, das substancias estranhas que contêem e que são principalmente oxydos de ferro e carbonato de cal, attingindo este muito vulgarmente uma proporção de 5 a 6 por cento, que dá logar a uma ligeira effervescencia quando tratadas pelo acido azotico.

As argillas que formam este grupo, no qual se podem incluir as alluviões, existem muito abundantemente espalhadas por toda a serie dos terrenos sedimentares, e são applicadas em todas as obras de olaria, na esculptura e modelagem e no fabrico da faiança ordinaria.

Quando a argilla está misturada com areia quartzosa fina e laminas de mica ou um pouco de ferro, perde as suas propriedades ceramicas, torna-se aspera e secca ao toque e passa a *lehm*.

Em Portugal são muito apreciadas as barreiras das proximidades do cemiterio occidental da cidade de Lisboa, cuja exploração abastece quasi toda a industria da cidade e em grande parte a do Porto e as das Caldas da Rainha.

As argillas figulinas representam o termo medio entre as refractarias e as

Margas

das quaes nem sempre é facil distinguil-as, porque estas tambem fazem effervescencia com os acidos, visto que é justamente a maior percentagem de carbonato de cal que as caracterisa.

As margas são, pois, materias terrosas contendo argilla, carbonato de cal e muitas vezes areia em proporções muito variaveis. São susceptiveis de formar com a agua pastas que se trabalham soffrivelmente, e são portanto empregadas como barro de olaria, quando a proporção de calcareo não excede a 20 por cento, sendo então chamadas *margas argillosas.*

Pertence a este grupo o barro de que é fabricada a tão conhecida e apreciada louça de Extremoz.

Quando a proporção do calcareo é superior áquelle limite, as margas denominam-se *calcareas,* não se amassam bem, e deixam de ser empregadas como barro, servindo só para correctivo de argillas extremamente gordas.

Associadas a areia quartzosa fina as margas assimelham-se a farinha e constituem o *löess* que só póde ser empregado em ceramica para misturar com a verdadeira argilla, porque não é susceptivel de formar pasta com a agua na qual se desaggrega completamente.

As differentes variedades de margas são extremamente communs e abundantes, encontram-se em todos os terrenos, ainda que de preferencia nos tercearios e só se utilisam em ceramica na olaria ordinaria.

A sua abundancia, numerosos afloramentos, regularidade de estractificação e facilidade de exploração são a natural explicação de terem sido exclusivamente com ellas fabricados os productos ceramicos da remota antiguidade.

Argillas ferruginosas. Ocres

São assim chamadas as argillas a que uma notavel proporção de oxydos de ferro, anhydros ou hydratados, dá uma coloração pronunciada que é geralmente castanha ou amarella e algumas vezes vermelha e gridelem. Estas argillas, que não são raras, são em geral magras e siliciosas e atacaveis em parte pelos acidos e fundem ao maçarico em um esmalte

amarello ou castanho. São utilisadas na ceramica, não na formação da pasta, mas para dar um tom mais uniforme e um certo brilho a varios productos de olaria, entrando na formação das *cobertas* pela fusibilidade relativa que lhe dá o oxydo de ferro.

Quando são constituidas de particulas muito finas e muito ricas em sesquioxydo de ferro denominam-se *ocres* e são empregadas na pintura. Fornecem a côr amarella quando o sesquioxydo é hydratado, o que é mais trivial, e a vermelha quando é anhydra, podendo comtudo esta côr ser sempre facilmente obtida pela calcinação do ocre amarello, que determina a deshydratação do sesquioxydo de ferro. A materia córante denominada Sombra de Colonia é tambem uma variedade de ocre, umas vezes natural, outras, producto de calcinação.

Estas argillas são muitas vezes productos de metamorphismo devido ao contacto do basalto com o granito ou com o grés.

Os ocres encontram-se geralmente em ninhos ou pequenos depositos, mas constituem tambem massas como as do valle de Lena, perto de Leiria.

Alem d'estes são tambem dignos de menção os ocres da Almagreira, perto de Villa Viçosa e os das cercanias de Bellas, onde se encontram em camada possante sob os grés.

A *terra sigillada* ou *bolo de Armenia*, usado na antiga medicina como adstringente, é tambem uma variedade de argilla ocracea.

Argillas smecticas ou terra de pisoeiro

Denominam-se assim substancias compactas, de textura fina e homogenea, de fractura conchoidal, escamosa, rugosa ou schistoide, translucida nos bordos, brancas, castanhas, amarellas ou cinzento esverdeadas que dão ao toque uma impressão muito pronunciadamente saponacea.

Estas substancias que, como dissemos, differem das argillas propriamente ditas, adherem pouco ou nada á lingua, deixam-se polir com a unha e fundem ao calor do forno de porcelana; diluidas em agua e batidas formam espuma como o sabão, e apresentam grande affinidade para as materias gordas que são susceptiveis de absorver, sendo por isso empregadas como desengordurantes, no fabrico dos pannos de lã.

São atacaveis pelos acidos e ao maçarico fundem em um esmalte cinzento opaco. Contém de 45 a 50 por cento de silica com 18 a 25 de alumina e 25 a 35 de agua, alem de um pouco de cal, oxydo de ferro, de alcalis e uma maior ou

menor proporção de magnesia, á qual parecem dever em parte os seus caracteres exteriores e provém muito frequentemente da alteração da diabase e do gabbro. São vulgares entre nós as argillas smecticas de que mesmo em Lisboa existe um deposito, nas proximidades do cemiterio occidental.

Accidentalmente e sem que por isso possam deixar de ser referidas aos typos que ficam indicados, podem as argillas apresentar-se impregnadas de alguma substancia estranha que lhes dê um aspecto particular, sem, comtudo, modificar de fórma essencial os caracteres geraes pelos quaes devam ser incluidas no segundo grupo, ao qual pertencem em geral as argillas em que estas impregnações se dão. Estão n'este caso, por exemplo:

As argillas que acompanham os jazigos de sal gemma e que impregnando-se mais ou menos de chloreto de sodio justificam a designação de *argillas saliferas*.

As argillas que contêem substancias *betuminosas*, como succede principalmente com as dos terrenos hulhiferos e dos terrenos vizinhos, e as que contêem materias organicas em decomposição que exhalam um cheiro betuminoso, e que dão ás argillas uma côr negra ou cinzento escuro. Quando a proporção de materia organica é pequena ella não influe nas suas propriedades ceramicas, e póde até fazer-se com estas argillas faiança fina porque ella se descóra pela cozedura a cuja temperatura se elimina completamente a materia organica, o que não acontece com as argillas córadas com outras substancias, embora estas não a tornem impropria para formar bem a pasta.

Se, porém, a proporção de materia organica ou de carvão é consideravel, as pastas d'estas argillas ficam ou tornam-se negras a um temperatura pouco elevada, devido ás particulas de carvão que se não queimam, mas se o calor se torna mais intenso o carvão converte-se, por pontos, em oxydo de carbone que se evolve e obtêm-se productos ás manchas, pretas, onde o carvão se não queimou, e brancas ou vermelhas onde elle foi oxydado e conforme o barro é ou não ferruginoso.

Estas argillas são muito proprias para cadinhos que pela eliminação do carvão se tornam porosos, e podem por isso supportar melhor a passagem incessante de uma temperatura elevada para a temperatura ordinaria e reciprocamente, como succede na fabricação do aço para o vasar nos moldes e voltar para o forno.

Nos terrenos acima indicados acham-se argillas de tal fórma

carregadas de hulha e anthracite que os objectos negros que com ellas se obtem são muito refractarios em consequencia da infusibilidade do carvão. D'aqui os cadinhos chamados de plombagina, formados de uma mistura de argilla e plombagina. D'aqui tambem a fabricação de objectos e tijolos refractarios artificiaes pela mistura de coke em pó com a argilla ordinaria.

Ha comtudo tambem alguns barros em que a plombagina ou graphite existe naturalmente. Nas nossas provincias da Beira encontram-se alguns jazigos de argilla mais ou menos graphitosa.

As argillas carbonosas, provenientes da decomposição dos schistos ampeliticos affloram proximo a Villa Nova de Famalicão.

Quando as argillas contêm pyrites de ferro, em quantidade sensivel, dizem-se *pyritosas* e são geralmente córadas de verde pela formação de sulphato de ferro á custa da oxydação das pyrites.

A argilla denominada *leve* e que é antes um pó silicioso e magnesiano muito pouco plastico, distingue-se por um caracter muito notavel; de toque secco dá um pó duro que se emprega para polir a prata; dilue-se difficilmente na agua e apresenta pouca ligação; resiste ao fogo, e adquire uma grande densidade; sobrenada na agua emquanto se não deixa embeber. É muito aprecida para a fabricação de tijolos que ficam muito leves, resistentes, infusiveis e muito maus conductores do calor.

Esta substancia é conhecida e empregada desde a mais remota antiguidade, e encontra-se na Asia, na Grecia, na Italia, onde era conhecida com o nome de *farinha fossil* ou *de montanha* e em França e na Allemanha, sendo pois mais commum do que d'antes se julgava.

Esta substancia differe, porém, da verdadeira argilla não só pela composição como tambem pela origem. A sua silica provem da decomposição de restos organicos, carapaças e restos de animaes infusorios microscopicos, como foi reconhecido pelas curiosas observações microscopicas de Ehrenberg.

Para se poder trabalhar bem é sempre necessario addicionar a esta terra siliciosa, pulverulenta, leve e infusivel, um pouco de boa argilla, mas ainda assim os productos fabricados com este material ficam apenas com metade do peso de productos das mesmas dimensões, feitos com verdadeiro barro.

Este material é principalmente utilisado na fabricação de

tijolos que, pela propriedades apontadas, são muito uteis em differentes generos de construcção, especialmente em abobadas a que não convenha dar grande peso, e em construcções á prova de fogo.

É possivel que se encontre tambem no nosso paiz, mas não nos consta que tenha sido explorada.

CAPITULO II

Propriedades technicas das argillas

Sob esta designação comprehenderemos as propriedades geraes das argillas que mais interessam ao industrial e que fazem d'ellas a materia prima das artes ceramicas.

Taes são: A *plasticidade* e conforme a natureza dos productos e o fim a que se destinam, a *fusibilidade* ou a *infusibilidade* ou *apyricidade,* e como consequencia d'ellas, posto que mais intimamente ligado á plasticidade, o *retrahimento.*

Definida de um modo geral, *plasticidade* é a propriedade que, ou da mistura com liquidos ou do aquecimento pouco inferior ao que determina a sua fusão, resulta para certos corpos solidos de receberem e conservarem a fórma que se lhes dê, quer moldando-os ou modelando-os, quer subjeitando-os á prensa, ao laminador ou á fieira.

Como exemplo dos primeiros citaremos a argilla amassada com uma certa quantidade de agua e a pasta de cera e terebinthina, entre os segundos podem apontar-se o vidro e a cera amollecidos pelo calor.

Esta propriedade póde, pois, ser desenvolvida por factores essencialmente differentes, mas para ser obtida por mistura é preciso que entre as particulas do solido e o liquido haja uma certa affinidade.

Assim, para a argilla é a agua o unico liquido capaz de lhe desenvolver as propriedades plasticas e o grau de plasticidade é variavel segundo as proporções da mistura correspondendo o seu maximo a uma certa e determinada proporção, differente para cada argilla.

A esta preciosa propriedade que entre os silicatos naturaes a argilla só compartilha em egual grau com o silicato hydratado de magnesia (magnesite) deve ella o prestar-se á confecção de objectos tão variados na fórma, nas dimensões

e nas applicações, desde os mais resistentes materiaes de construcção até aos mais finos e delicados objectos de arte.

Nem todas as argillas gosam d'esta propiedade em egual grau d'aqui a sua divisão em *gordas* e *magras*.

Como é de presumir as substancias estranhas e mais ainda do que as areias propriamente ditas, siliciosas ou calcareas, as partes não decompostas ou incompletamente decompostas do proprio mineral de que a argilla provém, prejudicam sensivelmente esta propriedade a qual é completamente destruida pela calcinação, mesmo moderada.

Entretanto um elevado grau de plasticidade difficulta em muitos casos o trabalho do artista e expõe os productos a graves inconvenientes que é necessario evitar cuidadosamente.

Uma pasta demasiado plastica sécca difficil e desegualmente e os objectos com ella fabricados deformam-se, empenam e fendem-se frequentemente na seccagem e principalmente na cozedura.

D'aqui a necessidade de modificar ou diminuir a plasticidade o que se consegue pelos meios que adiante indicaremos.

A experiencia ensina tambem que quanto mais rica em silicato de alumina, ou quanto menos impura, é uma argilla, tanto mais plastica ella é e tanto mais difficilmente se deixa penetrar pela agua, ao mesmo passo que uma vez embebida a retem, mesmo a temperaturas elevadas, emquanto que as argillas magras, e tanto mais quanto mais areia contém, absorvem facilmente a agua e com a mesma facilidade a cedem a temperaturas pouco elevadas.

Por isso é que deve haver todo o cuidado na seccagem e cozedura dos productos feitos com argillas muita plasticas; comprehende-se facilmente que a agua subitamente dilatada pelo calor do sol ou do forno, não achando facil saída e augmentando por isso de tensão, venha por fim a destruir os obstaculos que se oppõem á sua expansão, fazendo estalar as peças. Remedeia-se este inconveniente misturando á argilla corpos que, dividindo e abrindo por assim dizer as suas particulas, permittam ao vapor de agua escapar-se sem causar explosão ou ruptura.

Fusibilidade e infusibilidade. — Como já dissemos, existem argillas que fundem facilmente a temperaturas elevadas emquanto que outras (as menos impuras) resistem, sem alteração sensivel na sua structura molecular, aos mais violentos fogos que se podem produzir nos nossos fornos e que se avaliam geralmente em 1800° centigrados, posto que em alguns casos attinjam talvez um mais alto grau.

Assim, tambem, a industria ceramica fornece productos cuja temperatura de cozedura é inferior á que determina a fusão da argilla e para os quaes se exige mesmo que fiquem porosos, fornece outros em que a condição essencial, transparencia, impermeabilidade, grande resistencia, só póde ser alcançada por um começo de fusão (porcellanas e grés) e tem ainda, para satisfazer ás necessidades das artes e das industrias, de fabricar productos que resistam ás mais altas temperaturas que somos capazes de produzir, quer para materiaes de construcção, tijolos e peças especiaes dos fornos em que ellas se desenvolvem, quer para receptaculos dos corpos que a ellas tem de ser subjeitos.

E n'este ultimo caso os productos ceramicos devem resistir não só á acção de fortes temperaturas, como tambem á acção chimica que a ellas possa ser produzida pelas proprias substancias com que têm de estar em contacto.

São os barros que satisfazem a estas condições que rigorosamente se denominam *refractarios.*

Nada d'isto, pois, é absoluto não só porque a fusibilidade tem apenas naturalmente por limite a falta de meios de acção para obter temperaturas mais elevadas do que as que se produzem nos nossos actuaes fornos mais aperfeiçoados, mas tambem porque as resistencias exigidas são maiores ou menores conforme o fim que se tem em vista, do que resulta que um barro que póde ser considerado bastante refractario para uma certa industria seria absolutamente improprio para outra.

Retrahimento.— Denomina-se assim a diminuição de volume que as pastas argillosas soffrem pela seccagem natural e artificial e pela cozedura.

Esta contracção é muito variavel não só de argilla para argilla, mas ainda para a mesma argilla, segundo o processo de preparação da pasta, a sua consistencia, homogeneidade, dimensões e fórmas dos productos, condições da seccagem, da cozedura, etc.

Assim, é tanto maior quanto mais plastica é a argilla, tanto mais regular quanto mais trabalhada e homogenea for a pasta, e sendo o retrahimento a consequencia da evaporação da agua, é claro que as dimensões e fórma dos productos facilitando ou difficultando a seccagem, a disposição dos enxugadouros e a arrumação dos productos dando logar a uma seccagem regular ou a uma dessecção muito rapida ou desegual nas suas differentes faces, devem ter como resultado, ou uma contracção lenta e uniforme, ou uma contracção desegual, acompanhada do empeno e deformação das

peças e frequentemente da sua ruptura ou fendimento, pelo menos.

D'estas circumstancias resulta para a industria a necessidade de ter em grande attenção, não só as condições em que se effectue a completa seccagem dos productos antes da sua cozedura e a propria cozedura, que deve ser conduzida lentamente, como tambem as dimensões a dar aos moldes e ás peças modeladas, sobretudo quando o seu destino exige que a bitola seja constante.

D'aqui a necessidade de determinar, por experiencias previas, o retrahimento soffrido pela pasta a empregar, moldando com ella uma peça, um pequeno cylindro por exemplo, cuja altura se mede rigorosamente antes e depois da completa seccagem e cozedura.

Representando por x a extensão a dar a uma das dimensões do molde ou da peça, e supponde que seja de $^1/_{10}$ a contracção medida, e representando por a o comprimento que essa linha deve ter na peça cozida, o valor de x será dado pela equação

$$x - \frac{1}{10}x = a$$

Suppondo que o retrahimento é uniforme em todos os sentidos, o que se não afasta muito da verdade em peças feitas com pastas bem preparadas, em que uma das dimensões não é muito grande relativamente ás outras, e em boas condições de seccagem, as outras dimensões do molde serão dadas por equações analogas.

$$y - \frac{1}{10}y = b \qquad z - \frac{1}{10}z = c$$

É claro que é indispensavel ter em attenção estas circumstancias e recorrer aos calculos que vimos de apontar quando, fixado o volume e o numero das peças que se pretende fabricar, se trata de determinar *a priori* o volume de barro com que se deve contar. N'este caso, porém, ao volume achado pelo calculo é necessario juntar $^1/_4$ pelo menos para quebras.

Nas argillas que soffrem um começo de fusão, á contracção produzida pela evaporação da agua junta-se tambem a produzida pela approximação das moleculas devida á alteração que a fusão determina na sua estructura molecular.

Dissemos que as argillas mais plasticas ou gordas experimentam maior retrahimento do que as magras, e assim devia

ser visto que as argillas gordas oppõem maior resistencia á eliminação da agua do que as magras; d'aqui a conclusão que poderemos diminuir o retrahimento tanto quanto quizermos pela addição de substancias não plasticas.

Procedendo, porém, por esta fórma e indo alem de certos limites, corre-se o risco de soffrer grande quebra nos productos fabricados, porque as argillas muito magras, de sua natureza menos compactas e conservando a agua com menos tenacidade, têem uma grande tendencia a seccar mais rapidamente e com menos regularidade, e como alem d'isso, têem menos cohesão, a sua resistencia aos esforços devidos ás tensões interiores é muito menor, e os productos com ella fabricados ficam mais sujeitos a estalar e a deformar-se, do que os obtidos com barros gordos, em boas condições de fabrico, de seccagem e de cozedura, apesar da maior contracção que estes experimentam.

Definimos a plasticidade de um modo geral, sem indicar as suas causas primordiaes. Attribuem-n'as alguns a acções chimicas, emquanto que outros só vêem n'ella um phenomeno puramente physico, regulado pela fórma e attracções reciprocas das moleculas da argilla, a que attribuem uma fórma espherica. Sendo, como já indicámos, tão pouco conhecida a constituição intima da argilla, as fórmas por que se tem pretendido explicar o desenvolvimento da plasticidade, não passam de meras hypotheses, mais ou menos engenhosas, sobre as quaes se não podem fundar conclusões uteis, nem para a sciencia, nem para a industria.

Se essa propriedade reside no silicato hydratado de alumina, ella não pertence, comtudo, a nenhum dos seus componentes, em que nem mesmo puros e no estado gelatinoso a addição da agua consegue desenvolvel-a. Em uma mistura em pó finissimo de silica e alumina, nas proporções em que a analyse revela estes elementos nas argillas mais plasticas, a agua não desenvolve tambem a minima plasticidade.

Se a plasticidade não póde ser estudada nas suas causas, póde, comtudo, sel-o nos seus effeitos e o seu grau de desenvolvimento póde, até certo ponto, ser medido o que permitte comparar entre si as differentes argillas sob este ponto de vista.

Foi Brongniart o primeiro que tentou esta medida, recorrendo pára este fim á resistencia á tracção, exercida pelo seu proprio peso, de corôas cylindricas ou cylindros ôcos, obtidos por uma fieira e tomando como proporcional á plastici-

dade da argilla ensaiada o comprimento attingido pelo specimen, quando se dava a ruptura.

O proprio Brongniart reconheceu mais tarde que esta proporcionalidade se não mantinha e este methodo foi abandonado, assim como alguns outros que foram posteriormente propostos e que se baseavam sobre a quantidade de agua hygrometrica e sobre o retrahimento.

O que dá melhores resultados , sem que comtudo sejam de uma concordancia absoluta, é o methodo imaginado pelo sr. Bischof e adoptado tambem pelo sr. Bourry e que consiste em addicionar a uma determinada quantidade da pasta argillosa a ensaiar, uma ou mais vezes, o seu peso de areia quartzoza, absolutamente desprovida de plasticidade, observando qual seja a proporção de areia que a argilla admitte, para que uma esphera modelada á mão comece a esfarelar-se sob uma ligeira fricção, exercida pelos dedos. Os barros magros não supportam naturalmente a menor mistura, emquanto que os mais gordos podem absorver bastantes vezes o seu peso de areia.

Entretanto, esta circumstancia não é a unica a que se deve attender, e póde dizer-se de um modo geral que uma argilla será tanto mais plastica, quanto maior for a sua percentagem de alumina, de argilla separada pela levigação, de agua hygrometrica, e quanto maiores forem o retrahimento devido á seccagem e a sua resistencia á tracção, embora estas propriedades se não manifestem simultaneamente em elevado grau. A observação inversa é applicavel ás argillas magras.

A plasticidade é a causa do retrahimento e por isso nos parecem cabidas n'este logar as observações que nos resta fazer sobre este phenomeno.

A contracção das argillas é evidentemente devida á evaporação da agua, e, principalmente, da que é necessario juntar-lhe para a formação e trabalho das pastas. Se a argilla fosse uma substancia sem plasticidade, como as pedras e os proprios productos ceramicos, depois de cozidos, a eliminação da agua far-se-ia sem diminuição de volume e na sua massa formar-se-iam vasios, cujo volume seria precisamente egual ao da agua evaporada.

Mas, em consequencia da sua plasticidade, a argilla obedece a um esforço de contracção interior, que se origina durante a desseccação e apertando-se sobre si mesma, tende a preencher os vasios deixados pela evaporação da agua. A causa d'este esforço de contracção deve ser a attracção que liga entre si as moleculas dos corpos solidos e que tende a appro-

ximal-as, logo que, pela sua mistura com a agua, ellas adquirem uma certa mobilidade.

O retrahimento não é, comtudo, precisamente egual ao volume da agua evaporada, porque a argilla não conserva a sua plasticidade inicial em todo o tempo em que se opéra a seccagem e tornando-se menos plastica, á medida que esta vae avançando, cede cada vez menos ao esforço de contracção, o retrahimento vae diminuindo até cessar, antes da completa eliminação da agua, e ficam sempre vasios no interior da massa, como prova a differença entre o retrahimento theorico, determinado pelo calculo, e a contracção real, directamente observada, differença que deve dar justamente a medida do volume dos espaços vasios.

Assim, uma pasta argillosa, compacta, contendo em 100 partes e em peso, 25 de agua e 75 de argilla, e, portanto, em volume 41,75 partes de agua e 58,25 de argilla, tomando 2,15 para densidade media da argilla, soffreria pela simples evaporação da agua uma diminuição de volume de 41,75 por cento, que corresponderia, suppondo a peça um cubo, a um *retrahimento linear* de 16,5 por cento, muito superior ao que a pratica reconhece pela medição directa.

Pelo que diz respeito á *fusibilidade* das argillas a sua causa não póde deixar de ser attribuida a reacções chimicas desenvolvidas a elevadas temperaturas. Embora estas reacções não sejam bem conhecidas e não possam, portanto, ser precisadas, leva-nos a entrevel-as o que a experiencia tem ensinado sobre a fusibilidade dos diversos silicatos, simples e multiplos.

Das numerosas experiencias sobre a fusibilidade dos silicatos, realisadas em Sèvres por Berthier, Ebelmen e Salvetat, resulta que a fusibilidade dos silicatos simples é em geral menor que a dos silicatos multiplos; que a fusibilidade é muito variavel, não só de um composto para outro, mas ainda para compostos dos mesmos elementos em proporções differentes; que todas as bases geralmente associadas á argilla, alcalis, protoxydo de ferro, cal e magnesia, são susceptiveis de formar com a alumina silicatos duplos, cuja fusibilidade corresponde á ordem em que as enumerámos, embora a cal seja de si mesma infusivel; que algumas das substancias que acompanham a argilla, como os fragmentos de feldspatho não decomposto e as micas são inteiramente vitrificaveis; que todas as argillas se fundem em vidros quando se submettem a uma temperatura avaliada em 150° pyrometricos, com metade do seu peso de carbonatos alcalinos; que os diversos silicatos de alumina não possuem o mesmo grau de apyrici-

dade, sendo os silicatos basicos mais resistentes do que os neutros ou acidos.

Se a estas observações juntarmos que é entre as argillas menos impuras que se encontram as mais apyras, tudo nos leva a crer que a fusibilidade das argillas seja devida, ou á preexistencia de algum dos silicatos alcalinos, de protoxydo de ferro, de cal, de magnesia, etc., na propria argilla crua, ou á sua formação e combinações mutuas, á elevada temperatura, a que se opéra a cozedura.

E a differenca de apyricidade das differentes argillas consideradas como puras, e em alguns casos de composição chimica muito analoga, a relativa infusibilidade de argillas em que a analyse revela a presença de alcalis, etc., poderia explicar-se pela differença de silicatisação do proprio silicato de alumina da argilla, ou pela differença de proporções da mistura dos silicatos em differente estado de saturação, que porventura a constitua.

É difficil, como já apontámos, chegar a conclusões seguras a este respeio sem o auxilio da analyse, cujos meios de investigação não chegam ainda tão longe, mas é possivel que pela synthese, isto é, pela formação directa dos silicatos das diversas bases e pela observação dos resultados das suas acções mutuas, se possa fazer luz sobre este assumpto, que á ceramica interessa, não só quanto á argilla, como tambem pelas cobertas, esmaltes e sua ligação com as pastas.

Como a plasticidade, a apyricidade relativa é tambem susceptivel de ser medida. Como, porém, ella não é inteiramente independente da composição chimica e a sua apreciação exige processos e apparelhos especiaes, reservaremos o seu estudo para o capitulo da analyse das argillas.

CAPITULO III

Analyse das argillas

No capitulo I indicámos qual a constituição da argilla e quaes as substancias que, mais ou menos frequentemente, se acham associadas com ella, quer constituindo verdadeiras combinações chimicas, quer simplesmente no estado de mistura, e dissemos que da sua natureza e maior ou menor proporção dependem as propriedades especiaes das argillas e, portanto, as applicações de que são susceptiveis.

Conhecida, portanto, a composição de uma dada argilla póde-se, até certo ponto, indicar *a priori* as applicações a que se poderá prestar ou o modo por que se comportará na formação da pasta e na cozedura, o que é de grande alcance, não só para avaliar se convem exploral-a, mas tambem porque succede vulgarmente que no mesmo jazigo ou formação, a composição, e portanto as propriedades, mudam de banco para banco, podendo causar graves transtornos e surprezas á industria em que fosse empregada sem ter em attenção estas variantes.

É, pois, não só conveniente mas até indispensavel, quando se trate do fabrico de objectos que tenham de satisfazer a condições muito especiaes, como os productos refractarios e objectos de arte, proceder previamente ao exame e perfeito conhecimento da composição physica e chimica da argilla que se pretende empregar.

Este conhecimento só nos póde ser dado pela *analyse* que segundo o ponto de vista, ou modo de experimentação, recebe differentes designações.

Assim, se nos contentâmos com os indicios tirados dos caracteres exteriores, ou das qualidades que nos podem ser reveladas pela inspecção directa, temos a *analyse physica;* se pretendermos conhecer as quantidades relativas da parte

propriamente argillosa e da que o não é faremos *analyse mechanica,* para a qual já é necessario o emprego de apparelhos especiaes; se, porém, pretendermos ir mais longe e conhecer e determinar a natureza e quantidade de todos os elementos que entram na composição de uma dada argilla, teremos de recorrer á *analyse chimica.* Tendo de avaliar da resistencia de uma argilla ás mais elevadas temperaturas será necessario proceder a ensaios experimentaes cujo conjuncto constitue o que se chama *analyse pyrometrica.*

Como é facil de prever estes differentes methodos não são inteiramente independentes; completam-se uns aos outros e só pelo concurso de todos elles se póde chegar ao inteiro e completo conhecimento da composição e das propriedades de uma argilla.

Assim a analyse mechanica dá-nos a proporção das substancias estranhas misturadas com a argilla propriamente dita, sem nada nos indicar sobre as que estejam combinadas, ao passo que a analyse chimica, só por si, confundirá nas suas determinações o que está combinado com o que está apenas misturado.

A analyse mechanica, assim chamada porque por ella se obtem a decomposição das argillas nos seus elementos por assim dizer mechanicos, executa-se tratando a argilla pela agua que desaggregando as suas particulas permitte classifical-as segundo o seu peso especifico e separal-as por uma levigação e decantação, methodicamente executadas, em grupos correspondentes ás suas densidades e aos seus volumes, conforme a maior ou menor velocidade de que estiver animada a corrente de agua a cuja acção sejam submettidas.

Assim se separam facilmente as areias cuja quantidade e natureza nos dão indicações positivas, não só sobre a plasticidade, que depende em grande parte da natureza e proporção da parte misturada, mas tambem sobre a fusibilidade de uma argilla, porque as areias quartzosas só por si são difficilmente fusiveis, emquanto que as provenientes da fragmentação das rolhas feldspathicas e micaceas por causa dos alcalis que contêem, entram facilmente em fusão.

A presença, em abundancia, de pyrites de ferro, em crystaes ou grãos, de grande peso especifico e portanto faceis de separar, bem como a da cal ou da magnesia no estado de carbonato ou phosphato, em particulas não muito tenues, dá-nos a certeza de que a argilla terá tendencia a fundir.

Os oxydos de ferro, tão communs nas argillas, não se podem separar facilmente por levigação por se acharem muito disseminados na massa argillosa, alem de que é provavel

que em muitos casos estejam combinados, bem como os alcalis.

A analyse mechanica, que permitte por assim dizer estudar as particulas da argilla na sua individualidade, estabelecer a relação entre as substancias não plasticas e as plasticas n'ella contidas, tem, pois, um grande valor na apreciação directa de algumas das propriedades das argillas, e é o auxiliar e mesmo o complemento indispensavel da analyse chimica (que por seu turno a completa tambem, determinando a natureza das partes misturadas) para que os resultados d'esta possam ter significação, e é da mais alta importancia para o estudo das argillas sob o ponto de vista mineralogico e geologico.

Como já indicámos e Fresenius parece que foi o primeiro a advertir, a analyse chimica de uma argilla deve abstrahir das partes misturadas, as quaes devem, pois, ser previamente separadas pela analyse mechanica para que á silica, um dos elementos fundamentaes da argilla, que está combinada com a alumina, com o ferro ou mesmo com os alcalis, se não junte a que existe nas areias quartzosas, feldspathicas ou micaceas, embora o residuo obtido pela levigação deva ser chimicamente analysado á parte, para assim se estabelecer a verdadeira composição physica e chimica da argilla.

Não pedindo por agora á analyse chimica mais do que a determinação da natureza e quantidade dos diversos elementos que entram na formação da argilla, sem entrar em hypotheses sobre os agrupamentos de que elles sejam susceptiveis, isto é, sobre a verdadeira constituição da argilla e a formula que a deva representar e traduzir, aprecial-a-hemos apenas sob o ponto de vista das indicações que póde fornecer á pratica das industrias sobre as vantagens, inconvenientes e condições do emprego de uma dada argilla.

A proporção entre a silica, a alumina e a agua combinada, a ausencia, presença e quantidade relativa de oxydos de ferro, de cal, de magnesia, de manganez, alcalis, carvão, materias organicas, betumes, etc., são, como já foi apontado, os factores principaes de que são funcção as propriedades das argillas sob o ponto de vista do seu emprego nas artes ceramicas e nas industrias.

Entretanto, quando se trata da resistencia ás altas temperaturas, o conhecimento da sua composição póde levar-nos a concluir que uma argilla é impropria ou incapaz para este fim, mas o pleno convencimento da sua apyricidade só nos póde ser dado por ensaios especiaes, ou pela analyse pyrometrica.

Feitas estas considerações sobre as differentes fórmas por que se póde proceder á analyse das argillas, resta-nos descrever os seus processos especiaes.

Analyse physica

Para investigar as principaes propriedades physicas das argillas, que podem fornecer ao industrial outras tantas indicações para o guiar na escolha dos barros, das materias que deva juntar-lhes, do modo de preparação a que tenham de ser subjeitos e para regular a temperatura que lhes deve applicar na cozedura, procede-se, por observação directa da argilla, ao exame da côr, aspecto exterior, toque, fractura, fórma, volume e egualdade do grão, córte, trituração, modo por que se apega á lingua, acção desaggregante da agua sobre ella, modo por que a absorve, etc., porque d'estes differentes caracteres podem resultar indicações positivas ou negativas em relação ao fabrico a que são destinadas.

A côr das argillas não fornece quasi nenhum indicio relativamente ás suas qualidades, por isso que se encontram satisfazendo ao que d'ellas se exige, sob todas as variadissimas côres e tons de que são susceptiveis.

Comtudo um barro annegrado, amarellado, castanho, ou vermelho, contém, muito provavelmente, uma proporção bastante forte, ou de materias organicas, ou de oxydo de ferro, e por muito vaga que possa ser esta indicação não é, comtudo, para desprezar.

O aspecto das superficies exteriores, bem como o córte, é já mais instructivo. Quasi todas as argillas plasticas têem um aspecto gordo, de um certo brilho, emquanto que as que o são pouco têem uma apparencia mais secca e menos brilho á superficie. Estas propriedades conservam-se e manifestam-se ainda quando se comprimem estas argillas com o dedo o bastante para produzir cavidades, cujas paredes conservam os caracteres das superficies.

Uma massa homogenea e fina denuncía logo uma argilla pura e portanto plastica; as argillas que á simples vista se revelam inquinadas de substancias estranhas, com excepção de carvão ou quartzo muito divididos, não são, em geral, refractarias.

O toque das argillas póde revelar alguma cousa quanto á sua maior ou menor plasticidade. Assim, um toque macio, unctuoso, saponaceo indica em geral uma argilla que gosa de propriedades plasticas bastante desenvolvidas, isto é, uma argilla gorda, emquanto que um toque aspero denota uma

argilla magra. Uma argilla que, pela fricção com o dedo ou com a unha, se alisa e pule facilmente, é macia e plastica; a que, pelo contrario, se esfarela entre os dedos ou se torna pulverulenta, é de fraca plasticidade e póde estabelecer-se uma certa escala para differentes argillas em que esta propriedade seja mais ou menos desenvolvida.

A fractura dá algumas indicações de valor sobre a qualidade dos barros; quando se apresenta lisa, macia, ou conchoidal revela uma massa homogenea e fina e portanto plastica; uma fractura desigual, aspera e angulosa corresponde sempre á magreza dos barros.

O cheiro caracteristico revelado pelo humedecimento, que todos conhecem e sabem apreciar, é mais pronunciado nas argillas de boa qualidade.

As argillas macias, plasticas e muito tenazes deixam-se cortar facilmente á faca, sem fazer ouvir estalidos ou rangido, e dão faces lisas, polidas, gordas ou dotadas de um certo brilho, emquanto que aquellas em que estes caracteres se não observam contêem proporções mais ou menos consideraveis de areia, ou são relativamente menos ricas em alumina.

Pisando um pouco de argilla em um almofariz de ágata obtem-se tambem indicações sobre a sua maior ou menor plasticidade e apesar de que este modo de prova não é muito concludente, póde dizer-se, sob um ponto de vista geral, que as argillas gordas, bem seccas ao ar, são difficeis de pisar porque se ennovelam e agarram ao pilão como que fugindo á sua acção, emquanto que as argillas magras se deixam facilmente triturar, produzindo os estalidos e rangidos caracteristicos da areia.

O modo por que as argillas se apegam á lingua, depois de seccas ao ar, tambem diz alguma cousa sobre a sua plasticidade. As macias, gordas, bem homogeneas apegam-se fortemente, ao passo que as argillas magras e pouco plasticas só em pequeno grau manifestam esta propriedade.

A absorpção de agua, consequencia da capillaridade, é mais prompta e mais abundante nas argillas gordas em que é acompanhada de um certo sibilo do que nas magras em que se faz em menor proporção e sem ruido algum. A maior ou menor facilidade com que differentes argillas perdem a agua que absorveram é tambem uma circumstancia que convem observar.

Finalmente offerece tambem indicios sobre a maior ou menor plasticidade de uma argilla a fórma por que ella se comporta, posta em contacto com uma porção de agua relativa-

mente grande; as que são muito plasticas desfazem-se difficilmente e dão apenas um magma, ou uma especie de emulsão, quando se agita bem a mistura e deixam pequeno deposito, emquanto que os barros magros desaggregam-se quasi immediatamente na agua, ficando as suas particulas difficilmente em suspensão e deixam no fundo do vaso uma forte proporção de materias solidas, areias, pyrites, etc.

Este processo que é muito conveniente no estudo comparativo de varias argillas, póde tornar-se mais efficaz fazendo ferver a agua com barro e tomando em conta o tempo que elle leva a desfazer-se.

É esta acção da agua, auxiliada pela maior ou menor força da corrente, com que ella chega ao contacto com a argilla que constitue o fundamento do processo de analyse de que nos vamos agora occupar.

Analyse mechanica

Para determinar as proporções de areia grossa, de areia impalpavel, e de argilla propriamente, cuja mistura constitue em regra a argilla, tal qual se encontra na natureza, isto é, para proceder á sua analyse mechanica, aconselha Fresenius, no seu tratado de analyse chimica, o uso do apparelho imaginado por F. Schulze, dando d'elle e da marcha da operação, a seguinte descripção:

O apparelho consta de:

a) Um vaso da fórma de um grande copo dos que se usam para Champagne, cuja borda está guarnecida de uma virola de latão munida de um tubo de descarga um pouco inclinado para baixo. A altura d'este vaso, que serve para lavar a argilla, é de 20 centimetros, medida do fundo á borda e o seu diametro superior é de 7 centimetros.

b) Um tubo em funil de 40 centimetros de comprimento, 7 milimetros de diametro, sendo o diametro superior do funil de 5 centimetros e o da ponta adelgaçada do tubo de 1,5 millimetro.

c) Um reservatorio de capacidade não imferior a 10 litros, tendo em cima uma abertura para receber a agua com que se deve encher e em baixo uma torneira. Este deposito, é em geral, de zinco e assenta sobre um supporte que se possa levantar ou abaixar, segundo as conveniencias da operação.

d) Uma capsula ou vaso grande para recolher o liquido decantado.

Tomam-se 30 grammas de argilla secca ao ar, aquecem-se durante meia hora em uma capsula de porcellana, e mexe-se

levemente com um pilão, para desaggregar bem todas as partes da massa terrosa. Depois do resfriamento, lança-se todo o conteúdo da capsula no copo; abre-se um pouco a torneira do reservatorio e recebendo um filete de agua no funil introduz se este no copo. Abaixando o reservatorio da agua, ou levantando o copo, faz-se com que a ponta do funil fique apenas alguns millimetros acima do fundo do copo e abrindo convenientemente a torneira consegue-se que o funil tenha sempre agua até meio e assim a corrente de agua que exerce pressão no tubo (isto é a differença do nivel dentro e fóra do tubo) é de 20 centimetros approximadamente.

A corrente de agua põe a argilla em suspensão no liquido, mas só as particulas mais finas chegam á borda do vaso e se escapam com a agua, pela abertura lateral, emquanto que a areia grossa se deposita no fundo do vaso.

Quando a agua já sáe clara, fecha-se a torneira, tira-se o vaso em que se acha a argilla, decanta-se promptamente para a capsula o liquido ainda turvo e faz-se cair em uma pequena capsula a areia grossa que depois de bem secca se calcina e pesa.

Abandona-se durante seis horas o copo de precipitado no qual se recolheu o liquido turvo da primeira parte da operação, decanta-se o liquido clarificado ou ainda um pouco turvo, depois faz-se caír para o vaso de lavar o deposito, que já só contém areia fina. Renova-se a operação da lavagem como da primeira vez, só com a differença que se não faz chegar a agua em filete continuo, mas apenas correr gotta a gotta pelas paredes do funil, de modo que o nivel de agua no tubo fique apenas 3 centimetros, quando muito, acima do nivel exterior. Prolonga-se a operação até que a agua corra clara, o que só se dá ao fim de tres a quatro horas. Com a areia fina que fica como residuo d'esta segunda lavagem opéra-se como foi indicado para a areia grossa.

Aquece-se ao rubro um novo peso, egual ao primeiro, de argilla secca ao ar para conhecer a proporção de agua e, por differença, obtem-se a quantidade das partes mais finas arrastadas pela agua (a argilla propriamente dita), cujo peso deve ser a differença entre o peso total da porção submettida ao tratamento e a somma dos pesos dos residuos da lavagem com o peso da agua determinado pelo aquecimento ao rubro.

É facil perceber que este apparelho é bastante imperfeito, porque não havendo na natureza saltos na passagem das particulas finas para os grãos grossos da areia, mas encontrando-se, pelo contrario, todas as gradações intermedias,

aquella classificação e separação em duas classes não deve ser rigorosa.

Seger, chimico allemão, que se tem dedicado muito ao estudo das argillas, propõe que na analyse mechanica se considere como argilla ou substancia argiliosa a que, no apparelho de lavagem mais aperfeiçoado, que adiante descreveremos, se deixa arrastar pela velocidade minima da corrente de agua, susceptivel de ser determinada com exactidão ou seja 0,18 millimetro por segundo, correspondente a 20 millimetros (de altura de pressão no piezometro) de columna piezometrica. A esta velocidade de corrente deve corresponder, como maximo, um diametro de 1,010 millimetro para as particulas arrastadas, segundo os calculos e observações microscopicas directas feitas por Schöne, o inventor do apparelho mais perfeito que se tem empregado para este processo de analyse.

Comtudo, a esta velocidade, ainda vae junto com a argilla alguma cousa que d'ella differe bastante e que é comparavel quando muito a uma argilla magra. Effectivamente com uma velocidade de corrente ainda inferior áquella, embora não susceptivel de se determinar rigorosamente, cerca de 0,10 de millimetro, por segundo, é ainda arrastada e portanto separada da argilla propriamente dita, uma substancia a que os allemães chamam *Schluff*[1], que humedecida gosa de uma certa plasticidade, mas que depois de secca tem fraca cohesão e fica mate quando sujeita á fricção da unha, emquanto que por esta fórma a verdadeira argilla adquire um polido brilhante. O tamanho das particulas ou grãos que constituem esta substancia corresponde a diametros comprehendidos entre 0,010 e 0,025 millimetro.

As particulas de diametro superior a este limite maximo e até 0,040 millimetro são classificadas como pó de areia, por isso que o seu toque dá ainda a impressão d'esta rocha e podem ser classificadas ou separadas por uma corrente de 1,5 millimetro de velocidade por segundo, ou sejam 900 millimetros de columna de pressão no piezometro.

Consideram-se como areia fina os corpusculos até ao diametro maximo de $^1/_3$ de millimetro e como areia grossa tudo o que excede este limite.

Em investigações mais recentes o mesmo Seger, que assim como Aron, se tem occupado muito d'estes trabalhos,

[1] O *Schluff* é principalmente constituido por pequenos fragmentos, não inteiramente decompostos, do mineral ou da rocha cuja decomposição deu origem á argilla.

fez apenas tres classes, a saber: *Schluff* ou argilla magra, para diametros de 0,01 a 0,02 de millimetro; areia fina de 0,04 até 0,20 e areia grossa todas as partes cujo diametro exceda 0,20 de millimetro.

O apparelho de lavagem de Schöne e o seu modo de emprego são descriptos pelo sr. dr. W. Schütze no *Notizbl. für Fabrikation von Ziegeln u. s. w. 1872*, do modo seguinte:

A parte mais importante d'este apparelho, que permitte, dentro de certos limites relativamente afastados, estabelecer as velocidades de corrente que se desejem, e verifical as e corrigil-as a cada momento, é o vaso conico-cylindrico em que se faz a lavagem, que permitte conciliar as vantagens do vaso em fórma de copo de Champagne de Schulze com as do apparelho cylindrico de Bennigsen Förder.

A fig. 1.ª representa em corte longitudinal e na escala de $^1/_5$ esta parte do apparelho.

A B C D E F G é uma peça inteiriça. A parte cylindrica *B C*, o espaço em que se faz a lavagem, tem 10 centimetros de comprimento e um diametro interior o mais rigorosamente possivel de 5 centimetros. A este segue-se a parte conica *C D* medindo 50 centimetros de comprimento. É muito importante que o diametro interior em *D* não seja em caso algum nem superior a 5 millimetros nem inferior a 4 millimetros devendo ser igual a este o da parte curva *D E F*.

O tubo por onde entra a agua *F G* um pouco encurvado para cima, e que vae proximamente até á altura em que começa a parte cylindrica póde ter um diametro maior, o que é comtudo desnecessario, mas não deve ser inferior a 5 ou 4,5 millimetros.

Fig. 1.ª

De *B* até ao gargalo *H* estreita-se gradualmente o collo, e é conveniente que aquelle seja cylindrico e tenha approximadamente 2 centimetros de altura e um diametro interior de 1,5 a 2 centimetros.

Mantidas estas dimensões vem o angulo em *D* a ser de 5° a 6°, e este angulo foi escolhido, de proposito, assim pequeno para que o retardamento da velocidade da corrente ascensional e vertical seja o mais gradual possivel para impedir a formação de correntes locaes.

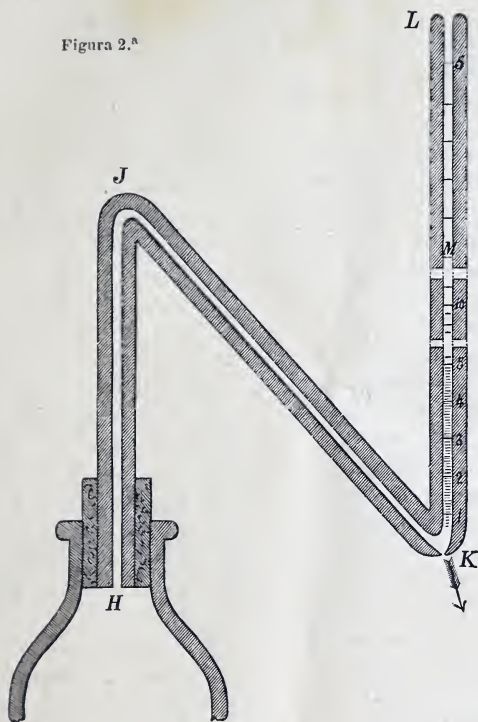
É n'esta parte conica que se opéra a decomposição da substancia a analysar nas suas differentes partes, segundo o seu valor hydraulico *(isto é, segundo o seu peso especifico em relação ao da agua e segundo o seu volume, em relação á velocidade da corrente).* É claro que na parte cylindrica a velocidade da corrente deve ser a mesma em todos os seus pontos e é para que ella, qualquer que seja, tenha occasião de exercer toda a acção de que é capaz, que se fixou para esta parte o diametros de 5 centimetros, e não convem que seja maior para que, com correntes de fraca velocidade, se não torne mais facil a formação de correntes locaes.

Acima de *B* aperta o diametro e augmenta, portanto, a velocidade e as particulas, que se conservam sobrenadando até *B*, são arrastadas para fóra do apparelho, pela disposição que passâmos a descrever.

No gargallo *H* fixa-se, por meio de uma rolha de caoutchouc, o tubo *H J K L*, curvado duas vezes, de modo a dar a fórma de *N*, o qual serve, e n'isto consiste a principal rasão de preferencia do apparelho de Schöne, sobre todos os outros, não só de tubo de descarga, mas tambem de medidor das pressões ou de piezometro.

Pelo nivel da agua n'este tubo, póde-se determinar, para cada operação, a velocidade da corrente da agua no espaço cylindrico.

A fig. 2 representa esta parte do apparelho, em córte e na escala de $^1/_2$.

Figura 2.ª

Este tubo é inteiriço, e é preparado com um tubo barometrico, cujo diametro exterior seja de 7 a 10 millimetros, devendo o interior ser o mais exactamente possivel de 3 millimetros. A curvatura em *J* deve corresponder a um angulo de 40° a 45°, devendo a parte curva ser a mais curta possivel, sem que se altere o diametro interior do tubo.

O joelho em *K* deve ser ainda, quanto possivel, mais agudo, de modo que o eixo do piezometro *K L* corresponda approximadamente ao centro da abertura, no vertice da curva em *K*. A fórma e a grandeza d'esta abertura, por onde se faz a descarga ou saída da corrente, tem grande importancia no bom funccionamento do apparelho; deve ser, quanto possivel, circular, sem arestas vivas e ter rigorosamente o diametro de 1,5 millimetros.

O piezometro *L K* deve ser parallelo ao ramo *H J* do tubo de descarga e a sua graduação em centimetros, que está pro-

jectada na figura, tem o *O* no centro do orificio *R* e a partir do centimetro 1, é feita da seguinte fórma:

De 1 a 5 centimetros, em dez partes ou 1 millimetro;

De 5 a 10 centimetros, em quatro partes ou em divisões de 2,5 millimetros:

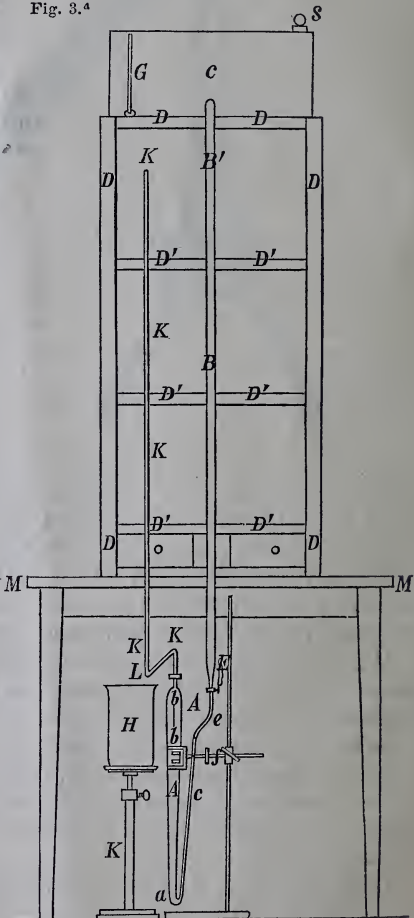
De 10 a 50 centimetros, em duas partes ou 5 millimetros.

De 50 a 100 centimetros, sem sub-divisão.

A altura do piezometro, deve, portanto, exceder a 1 metro.

Com as disposições e dimensões indicadas, que a experiencia aconselhou como as mais convenientes, podem-se obter correntes, cujas velocidades vão desde $0^{mm},2$ até 4 millimetros, por segundo, que são as sufficientes para a analyse das materias terrosas, em geral, posto que para a analyse mechanica de algumas argillas fosse conveniente poder dispor de velocidades ainda consideravelmente menores, o que se póde conseguir, augmentando o diametro da parte cylindrica *B C*, fig. 1, o que tem inconvenientes, como já ponderámos, ou, o que será preferivel, reduzindo a 1 millimetro o diametro da abertura de saída em *K*.

A fig. 3 representa o apparelho completo e montado, como tem sido empregado pelo chimico Schütze, no laboratorio da escola de silvicultura de Neustadt, e esta disposição é proximamente a que lhe deu o proprio inventor.

Fig. 3.ª

Sobre uma solida mesa de madeira *M M* assenta o armario *D D*, munido de gavetas e prateleiras para a arrecadação dos diversos utensilios necessarios na marcha da operação. Sobre este armario está collocado o reservatorio de agua *C*, que se costuma fazer de folha de Flandres, envernizada, e que é uma caixa toda fechada, de 5 decimetros de comprimento, 2,5 de largura e 2 de altura. *S* representa a abertura, munida de uma valvula, que deve vedar completamente a passagem do ar, destinada á alimentação do deposito e *B B'* o tubo de distribuição, munido de uma torneira *E*, o qual está ligado por um tubo de caoutchouc com o tubo *e* alimentador da apparelho de lavagem *A*. Na parte inferior e anterior do reservatorio *C* está applicada uma tubuladura, na qual se ajusta, por meio de uma rolha furada de cautchouch, um tubo de vidro *G*, curvado a angulo recto para a parte superior, pelo qual vae entrando o ar, á medida que vae saindo a agua pelo tubo *B*, o que é indispensavel para que o apparelho possa funccionar com pressão constante.

J é um supporte de ferro, collocado no chão, cuja pinça serve para fixar o apparelho de lavagem.

O piezometro que está ligado a esta parte do apparelho por uma rolha furada de caoutchouch, é mantido na posição vertical por meio de uma pinça applicada a qualquer das prateleiras *D' D'*. Um outro supporte *K* recebe o copo de vidro *H*, em que se recebe o liquido que sáe do apparelho de lavagem.

Notaremos que o tubo *B B'* póde ser desenroscado em *B'*, que a torneira *E* não deve ter uma abertura muito pequena, deve vedar bem, e ser de facil manobra, para o que convem que o punho seja grande, para que a saída da agua possa ser commodamente regulada. o que é de capital importancia na execução d'este processo de analyse.

Por ultimo, pertence ainda ao apparelho um pequeno peneiro de 5 centimetros de altura e de diametro, cujo aro é de zinco ou de latão e cujo fundo, sempre bem esticado, é formado de rede de fio de latão bem preparado; as malhas d'esta rede devem ser quadrados, cujos lados meçam, rigorosamente, 2 millimetros.

Antes de empregar o apparelho é preciso proceder, uma vez por todas, a certas operações previas para determinar a relação exacta entre a altura da columna piezometrica e a velocidade da corrente na parte cylindrica do apparelho da lavagem, a qual depende, para uma determinada altura de pressão no piezometro, do diametro de *B C*, fig. 1, e da abertura do orificio de descarga. Ora, como não é possivel

proceder á medição directa d'estas dimensões, tem aquella relação de ser estabelecida experimentalmente para cada uma das peças principaes do apparelho de Schöne, a destinada á lavagem e a que serve para a descarga e medição das velocidades.

A determinação do diametro da parte cylindrica e ao mesmo tempo a verificação da constancia do seu calibre conseguem-se, indirectamente, pelo seguinte processo:

Um pouco acima do ponto correspondente a *C*, isto é, com certeza um pouco acima da extremidade inferior da parte cylindrica, passa-se um traço a diamante, e no extremo *G* applica-se um tubo de caoutchouch e por meio de um supporte mantem-se a perfeita verticalidade do apparelho, no qual se deita uma porção de agua sufficiente para que o ar se escape pela haste *F G* e pelo tubo de caoutchouc, que depois se fecha bem por uma pinça de pressão, para que o nivel da agua no outro ramo possa attingir rigorosamente a marca traçada a diamante. Feito isto, introduz-se no tubo, e por conseguinte na sua parte cylindrica, por meio de uma galheta bem graduada, uma quantidade de agua perfeitamente medida, 50 centimetros, por exemplo. Medindo então a altura do nivel da agua sobre o traço de referencia ou por meio de uma escala, ou melhor com o cathetometro, obtem-se a altura de um cylindro, cujo volume é conhecido e cujo diametro é portanto facil calcular. É claro que addicionando novas quantidades eguaes de agua, as differenças de nivel devem ser constantes, se o tubo for bem calibrado.

Descripto o apparelho, indicaremos agora o modo de operar, começando pelo cuidado que deve haver para a eliminação previa de algumas substancias, cuja associação com a argilla difficulta ou falseia a analyse mechanica; estão n'este caso as substancias organicas e os detritos calcareos.

Effectivamente as materias organicas insoluveis em agua, especialmente tendo soffrido a acção demorada da agua fervente, adherem mais ou menos tenazmente ás particulas mineraes com que estão misturadas, chegando mesmo a cimental-as, tornando-as especificadamente mais livres, ou como diz Bischof, dando-lhes um valor hydraulico differente do que realmente lhe corresponde na levigação, ou dando logar á formação de grumos que escapam á levigação e que podem obstruir o orificio de descarga.

Nos barros areentos é facil a separação das substancias organicas, basta o aquecimento ao ar, mas nos barros gordos é necessario dar-lhe uma fervura em agua a que se tenha addicionado 1 a 2 por cento de potassa caustica.

A eliminação do calcareo obtem-se pelo tratamento a frio com acido chlorhydrico bastante diluido, mas depois é ne-necessario ter todo o cuidado em eliminar todo o acido em excesso. porque, segundo as experiencias de Th. Scheerer e Fr. Schulze, elle dá á agua uma propriedade particular que influe perniciosamente na levigação, pelo menos no que respeita ás particulas mais tenues. Como já indicámos, as substancias a submetter á analyse mechanica, devem ser previamente muito bem preparadas, isto é, deve-se destruir, quanto possivel, a sua cohesão, e para isto o meio empregado é a acção mais ou menos demorada da agua fervente, ora, os detritos calcareos, tratados por esta fórma, só muito incompletamente se fragmentam, ao passo que dão logar á formação de uma espuma que difficilmente se desfaz e que difficulta muito a leitura da altura piezometrica.

As amostras a ensaiar só devem, pois, ser fervidas em agua, depois de eliminadas as snbstancias organicas e o calcareo, quando for necessario proceder áquella eliminação previa.

Com as argillas o tratamento pela agua fervente deve ser bastante prolongado para se obter a completa separação da argilla propriamente dita, das substancias que com ella se acham associadas.

Feito isto, procede-se em primeiro logar, directamente, á separação dos grãos maiores, porque, com as pequenas velocidades com que se deve começar a operação da levigação, a velocidade da corrente de agua na parte inferior e apertada do funil não seria sufficientemente forte para conservar sobrenadando os grãos de maior diametro, que se depositariam na parte estreita do apparelho, entupindo-o.

Lança-se, portanto, o liquido fervido no peneiro já descripto, lavam-se muito bem os grãos pela addição de nova agua, agitando sempre com uma vareta de vidro, até que a agua sáia do peneiro completamente limpida. Por esta operação obtem-se, pois, a separação de todos os grãos de diametro superior a 2 millimetros, com a certeza de que no peneiro nada terá ficado que seja susceptivel de ser levigado. O residuo que fica no peneiro póde ser directamente determinado, mas o melhor é reunil-o ao que se deposita no apparelho de levigação e proceder á sua determinação conjunctamente.

O liquido turvo que passou pelo peneiro deixa-se em repouso n'um vaso o mais chato possivel, *uma ou muitas horas*, e passadas ellas, decanta-se o que não tiver ainda assentado e é só o deposito que se submette á levigação. A parte decantada ha de ser reunida ás particulas mais finas que se obtêem pela levigação.

Feito isto, liga-se a peça *A* com o tubo *B* do reservatorio cheio de agua, como já foi indicado na descripção da fig. 3. Abrindo e fechando muitas vezes a torneira *E*, consegue-se expulsar de *e* e *c* todas as bolhas de ar, que embaraçariam a levigação; tira-se então quasi toda a agua da parte cylindrica por meio de um syphão, introduz-se a amostra a analysar e faz-se entrar novamente agua, regulando a abertura da torneira por fórma que a agua chegue muito lentamente, precaução indispensavel para evitar a accumulação em *a* dos grãos maiores e a consequente obstrucção do funil. Para a primeira lavagem da amostra convem empregar toda a agua que o apparelho poder conter até á parte inferior da camara de levigação, na qual o nivel se deve elevar muito lentamente. Assim, com uma corrente cuja velocidade seja de 2 millimetros deve aquella camara, de 10 centimetros de altura, levar a encher-se quinhentos segundos, ou sejam oito minutos e meio proximamente.

Segue-se agora a applicação do piezometro sobre o funil, de modo que ambos fiquem bem verticalisados, recebendo-se o liquido que sae do apparelho no copo *H*, collocado por baixo do orificio de saída, e logo que a agua começa a saír, regula-se a sua entrada, de modo que o nivel attingido no piezometro seja exactamente o que, segundo as tabellas ou curvas de antemão preparadas, corresponde á velocidade minima que se pretende ter na camara de levigação.

Se apesar das precauções aconselhadas (o tratamento previo pelo acido chlorhydrico) se formar ainda alguma espuma que difficulte a observação do nivel da agua no piezometro, applica-se ao seu extremo superior e aberto um tubo de caoutchouc, pelo qual se assopra algumas vezes, restabelecendo-se assim facilmente uma superficie livre.

Estabelecida a velocidade minima que se quer empregar, deixa-se correr agua até que ella appareça quasi limpida na parte superior da camara de levigação, o que nos dá a certeza de ter sido separado tudo o que era susceptivel de ser arrastado por aquella velocidade (O liquido só se torna inteiramente limpido por uma diminuição de velocidade).

Para proceder á separação do segundo grupo, isto é, dos corpusculos de maiores dimensões, substitue-se o copo *H* e reforça-se a corrente, abrindo mais a torneira, de modo que piezometro indique pelo seu nivel que a velocidade conveniente, previamente estabelecida, é a que está actuando na camara de levigação. Procede-se em seguida como com a primeira prova e assim successivamente, tantas vezes quantos os grupos que se pretendam formar, para classificar os cor-

pusculos estranhos pelas suas grandezas, entre limites determinaveis.

Para a prova pelas velocidades minimas até 0,2 millimetros, basta deixar passar pelo apparelho 2 litros de agua e para velocidades desde $0^{mm},2$ até 1 millimetro, cerca de 4 litros e d'ahi para cima 5 litros, pelo menos. É claro que o grau de exactidão obtida se eleva com a quantidade de agua empregada, para cada valor da velocidade, comtudo a experiencia tem mostrado que os volumes apontados são praticamente sufficientes.

Os liquidos da levigação, recolhidos nos copos, deixam-se em repouso e aproveitam-se para isso as prateleiras do armario, até á completa clarificação e obtida ella, tira-se o liquido por meio de um syphão, ou decanta-se, se em vez dos copos se empregam vasos de decantação, e lava-se o deposito n'uma capsula de porcellana, na qual por fim se sécca e se pesa, computando-se nas *perdas* as particulas mais finas arrastadas pela corrente de velocidade minima, que só no fim de muitissimo tempo se deixam assentar. Comtudo, póde eliminar-se esta causa de erro ou addicionando á agua turva sesquicarbonato de ammoniaco em quantidade sufficiente para que ella fique contendo 1 a 2 por cento, segundo propõe F. Schulze, ou evaporando-a directamente á seccura, a principio a fogo directo e depois a banho-maria, como se faz para o deposito, como aconselha e pratica Bischof.

Para recolher o residuo que fica no apparelho depois de acabada a operação, tira-se o piezometro do seu supporte e despeja-se a agua n'elle contida n'um copo de vidro e faz-se passar uma forte corrente de agua pelo funil, mantendo-o sobre o copo na posição vertical, mas invertido, até que fique perfeitamente lavado, mas esta operação deve fazer-se com toda a rapidez, para evitar que o residuo se agarre á ponta do funil.

Da exposição que vimos de fazer do methodo mais aperfeiçoado da analyse mechanica ou physica das argillas, resulta, pois, que, embora mesmo com os apparelhos mais aperfeiçoados, se não obtenha uma separação verdadeiramente completa entre as particulas argillosas propriamente ditas e as arenosas, porque sempre alguma argilla fina ha de ficar retida pela areia que se accumula na parte inferior do apparelho de levigação, e porque algumas particulas estranhas são sempre arrastadas com a argilla, os seus resultados são comtudo de grande valor e de tanto maior exactidão quanto maior escrupulo tiver havido na observação dos cuidados e precauções indicados, principalmente pelo que diz respeito ao me-

prego, no começo da operação, da minima velocidade de corrente que se possa obter e determinar.

E tanto assim é, que se esta attingir 1 millimetro, será o bastante para que as partes argillosas levigadas, pisadas n'um almofariz de ágata, depois de bem seccas, deixem perceber o ranger caracteristico das particulas arenosas.

Tendo empregado por vezes o vocabulo *areia*, convem lembrar que na analyse mechanica das argillas se comprehendem sob esta designação, não só as areias quartzozas e as feldspathicas, mas tambem os fragmentos de mica.

A areia quartzoza contida nas argillas, compõe-se geralmente de grãos de quartzo, faceis de reconhecer pela sua fractura desigual, não lamellar, pela sua fórma angulosa, pela dureza, côr e transparencia e, emfim, por todos os caracteres physicos e chimicos, que pertencem á silica.

As areias feldspathicas em geral menos duras do que aquella, provêem dos detritos das rochas feldspathicas. (Os feldspathos são, como é sabido, especies mineralogicas, constituidas por silicatos duplos ou triplos, cujas bases são a alumina, sempre, e a potassa, a soda e a cal, conforme as especies). Estas areias são faceis de reconhecer pelo seu menor peso especifico, em relação ao d'aquellas, pela propriedade de se fundirem em um vidro leitoso, quando submettidas á temperatura da cozedura da porcellana, e pela sua structura que é lamellar, quando não se apresentam em pequenos crystaes mais ou menos perfeitos e sempre opalinos.

As micas apresentam-se em pequenas laminas, extremamente delgadas, que ficam muito tempo em suspensão na agua, deixando-se muitas vezes perceber nas argillas, mesmo á vista desarmada, sob a fórma de palhetas brilhantes, flexiveis, elasticas, fusiveis ao maçarico, divisiveis em folhetos delgados. Chimicamente, são constituidas por silica combinada com algumas das bases, alumina, ferro, cal, magnesia potassa, soda.

As pyrites de ferro, bastante frequentes em muitas argillas, podem tambem ser facilmente separadas pela lavagem e decantação ou levigação, quando não se encontram disseminadas em particulas impalpaveis na massa argillosa, mas simplesmente espalhadas n'ella sob a fórma de crystaes, ou em grãos mais ou menos volumosos, faceis de reconhecer pelo seu elevado peso especifico, pela côr amarella e brilho metallico e pela fórma cubica dos crystaes.

A simples descripção do processo da analyse mechanica mostra que, apesar dos cuidados recommendados, elle não póde ser absolutamente perfeito e o resultado final da levi-

gação não será a rigorosa separação do silicato de alumina, porque se a corrente é muito fraca, alguma argilla propriamente dita, ficará com as areias e se é demasiado forte serão com ella arrastadas particulas estranhas.

Entretanto a analyse mechanica fornece preciosas indicações sobre as propriedades physicas das argillas e sobre o seu valor industrial embora essas indicações, principalmente pelo que diz respeito aos fundentes, cal, magnesia, alcalis, tenham de ser completadas pela analyse chimica, que, como já dissemos a analyse mechanica não póde, em grande numero de casos, nem substituir nem dispensar.

Analyse chimica

Como é sabido, esta póde ser qualitativa e quantitativa e aquella póde fazer-se por via secca ou por via humida.

Para o estudo das argillas sob o ponto de vista das suas applicações não tem a analyse qualitativa, só por si, grande interesse, não só porque em todas se encontram sempre os mesmos elementos, com pequenas variantes, mas principalmente porque não é a presença de um ou outro corpo e sim a sua quantidade relativa e estado de combinação que póde ter influencia sobre as propriedades dos barros.

É esta a rasão por que não indicaremos a marcha d'esta fórma de analyse, que de resto nada offerece de especial e que se torna tanto mais facil pelo facto de se saber *a priori* quaes os elementos que é provavel encontrarem se n'uma argilla, posto que seja grande o seu numero.

Não succede o mesmo quanto á analyse quantitativa que é de grande importancia, pelas rasões que expozemos e que se pratica por processos especiaes, os quaes, posto que não essencialmente differentes, são comtudo tantos quantos os chimicos que se têem occupado d'este assumpto, Ebelmen, Salvetat, Will, Fresenius, Bischof, Richters e tantos outros.

Achando se estes processos minuciosamente descriptos e com todos os promenores de execução, nos tratados de analyse chimica e não nos parecendo facil decidir qual seja o mais recommendavel, limitar-nos-hemos á indicação summaria da marcha geral da analyse, deixando ao criterio do analysta a escolha do processo que melhor se coadune com o fim que tenha em vista.

Para analysar uma argilla devem colher-se diversas amostras que dêem o peso de alguns kilogrammas, deixal-as seccar bem ao ar, misturalas intimamente, para que representem por assim dizer a composição media da argilla da ca-

mada ou massa que se pretende explorar, tomar a porção sufficiente para a analyse, reduzil-a a pó finissimo n'um almofariz de ágata, peneirar o pó assim obtido e tomar cinco ou seis porções de 1 ou 2 grammas.

Como já dissemos e principalmente se o barro é constituido por uma mistura de argilla com particulas mais grossas e arenosas que se denunciem á vista, é de toda a conveniencia fazer preceder a analyse chimica da analyse mechanica, ou por outra, executar aquella, apenas, sobre a parte obtida pela levigação, a qual pisada, depois de secca, n'um almofariz de ágata não deve produzir o menor rangido nem dar nos dentes a menor sensação da presença de areia.

O doseamento em separado das differentes substancias que entram na composição da argilla, em *ensaios* ou amostras especiaes, é muito recommendavel, para maior rigor, pelas contraprovas que assim se obtêem.

A agua hygroscopica contida nas argillas é determinada por uma desseccação que se leva gradualmente até 110° centigrados e que se prolonga até que duas pesagens, feitas com o intervallo de uma hora, dêem resultados concordantes, depois do que se expõe a amostra ou *ensaio*, sob uma campanula, a uma atmosphera humida, onde deve permanecer oito a dez dias para se determinar a capacidade maxima de absorpção de agua, pesando-a repetidas vezes, até que attinja o maximo de accrescimo de peso, isto é, até que o peso fique constante.

Em seguida procede-se, com este mesmo *ensaio*, ou com outro, á determinação da perda total determinada pela exposição demorada a uma elevadissima temperatura, (rubro vivo) a qual abrange a agua combinada e as materias organicas e volateis e é accusada pela perda de peso, quando este deixa de variar.

Se a argilla revela a existencia de uma quantidade apreciavel de carvão, convem determinal-a á parte, empregando para esse fim um processo indirecto que consiste em introduzir 1 gramma do pó argilloso n'um cadinho de graphite que se fecha hermeticamente e que se introduz n'um outro que se subjeita, durante quinze minutos, a uma forte temperatura.

Pela differença de peso entre a perda total e a obtida por esta fórma, tendo em conta a differença das quantidades sobre que se opéra (se não forem eguaes) calcula-se a proporção de carvão contido na argilla.

O principal fim que se deve ter em vista, na analyse de uma argilla, é o mais rigoroso doseamento da silica e da alu-

mina que são os seus elementos essenciaes; mas o doseamento dos alcalis, da cal, da magnesia e do ferro tem tambem grande importancia em grande numero de casos, posto que seja relativamente pequena a sua quantidade, pela influencia que exercem na fusibilidade das argillas e pela coloração que o ferro dá ás pastas.

A silica que existe nas argillas, em combinação com as bases, e geralmente no estado de areia quartzoza, póde tambem encontrar-se no estado de hydrato e ainda sob a fórma de silicato nas areias feldspathicas, nas micas, etc., tão communmente associadas ás argillas e n'uma analyse rigorosa deve decompor-se a totalidade da silica encontrada nas partes correspondentes a estes differentes estados, para o que é necessario recorrer a ensaios differentes que apresentam a vantagem de servir de contraprova uns aos outros.

A silica é separada pelo processo de desaggregação pelos carbonatos alcalinos e depois de calcinada deve dissolver-se no acido fluorhydrico, não só para verificar a sua pureza, mas tambem para ver se o ataque pelo carbonato alcalino foi completo, o que se reconhece pela ausencia de residuo.

A alumina, cujo exacto doseamento é bastante difficil, é geralmente precipitada com o peroxydo de ferro pelo ammoniaco e depois separada d'elle pela potassa ou doseada por differença, determinando-se a quantidade de ferro pelo processo volumetrico do protochloreto de estanho, ou reduzindo-o pelo hydrogenio, ou ainda no estado de sulphureto.

A cal, a magnesia e os alcalis são doseados pelos processos ordinarios, recorrendo-se para os ultimos a um *ensaio* especial em que se faz a desaggregação pelo acido fluorhydrico e que se deve aproveitar para nova determinação da alumina e do ferro.

O doseamento do vanadio, do acido vanadico, do acido titanico e do acido tantalico, que se fazem por processos muito especiaes, apresenta grandes difficuldades e não parece que apresente grande interesse, sendo na maioria das analyses estes corpos doseados com a silica, com a alumina ou com o ferro cujo peso não augmentam sensivelmente.

A verificação da presença de enxofre na argilla e a determinação da sua quantidade deve fazer-se á parte em uma porção de argilla de 5 grammas, pelo menos, á qual se junta chlorato de potassa em pó e pouco a pouco acido chlorhydrico medianamente concentrado (devendo ambos os reagentes ser inteiramente isentos de enxofre), e deixa-se tudo em digestão moderada até que todo o chloro tenha sido expulso. Pela oxydação do enxofre forma-se acido sulphurico

que, depois da evaporação do excesso de acido chlorhydrico é precipitado pelo chloreto de baryo, no liquido bastante diluido.

A alumina livre, de cuja presença se deve suspeitar quando se acha uma proporção de agua mais forte do que a usual e que é de tanto maior importancia quanto maior é a quantidade que se presume existir, determina-se no estado de hydrato por meio da fusão com carbonato de soda, dissolução em agua, evaporação á seccura, seguida de dissolução em acido chlorhydrico e precipitação pelo sulphureto de ammonium.

Para que a analyse seja completa, quando se faz preceder a analyse chimica da analyse mechanica, deve tambem proceder-se á analyse do residuo da levigação que contém em geral os mesmos elementos que a propria argilla posto que em quantidades e proporções muito differentes.

Nas considerações com que precedemos a exposição dos processos de analyse das argillas, dissemos que embora os resultados da analyse chimica não tenham, pelas rasões que apontámos, uma significação e um valor absoluto sob o ponto de vista technico, elles dão comtudo indicações preciosas a que sempre convem attender e por isso apresentaremos nos quadros juntos os resultados de analyses que podémos colligir, indicando quanto possivel a applicação das respectivas argillas para que possam, com as restricções indicadas, servir de guia para a classificação de argillas de que apenas se conheça a composição chimica, determinando-lhe por assim dizer *a priori* o mais conveniente emprego, embora elles confirmem o que dissemos quanto á variedade de proporções entre os elementos principaes da argilla, e á differença de propriedades de barros de composição analoga.

Kaolins

Localidades	Composição centesimal									Analystas
	Silica	Alumina	Agua	Cal	Magnesia	Ferro e manganez	Potassa	Soda	Residuo não argilloso	
Allier	49,40	36,29	12,70	–	–	–	1,61		–	
Aue (Saxonia)	35,98	34,12	11,09	–	0,69	–	–	–	18,00	Malaguti
Bretanha	48,00	36,00	13,00	–	–	–	2,00		–	
China	23,72	9,80	2,62	–	–	0,43	3,08	–	68,18	
Cornwall	46,32	39,71	12,67	0,36	0,44	–	–	–	0,27	Cooper
Limoges	42,07	34,65	12,17	1,33		traços	–	–	9,76	
Lochkarewska	46,75	34,98	13,70	1,25	0,48	–	0,29	1,34	0,95	Salvetat
Lonhossoa	43,12	33,00	23,00	0,50		–	–	–	–	
Ly-Kang	55,30	30,30	8,20	–	0,40	–	1,10	2,70	2,00	Salvetat
Nièvre	49,00	36,00	12,60	–	–	–	1,60		–	
Passau	45,34	35,18	17,24	1,55		–	–	–	3,48	Forchhammer
Pieux	43,21	34,51	12,09	1,39		–	–	–	9,67	
Plynton	44,26	36,81	12,74	2,72		–	–	–	4,30	Malaguti
Saint-Yrieix	48,00	37,00	13,10	–	–	–	2,50		–	Salvetat
Saint-Yrieix	36,25	33,35	12,00	–	2,40	–	–	–	16,00	Berthier
Sosa	45,07	38,15	9,69	–	1,80	–	–	–	5,53	Malaguti
Tong-Kong	50,50	33,70	11,20	–	0,80	–	1,90	–	1,80	Salvetat

Resultado das analyses das sete argillas refractarias consideradas como typos pelo dr. Bischof

Localidades	Composição centesimal									Maximo de agua absorvida depois da dessecação a 100º centigrados	Grau da resistencia ao fogo	Grau de plasticidade	Observações
	Alumina	Silica combinada	Silica no estado de areia	Total da silica	Magnesia	Cal	Oxydo de ferro	Alcalis	Perda pela calcinação				
Argilla pura de Nassau	36,30	38,94	4,90	43,84	0,19	0,19	0,46	0,42	17,78	3,26	100	1–2	Do terreno carbonifero.
Kaolim lavado de Zettliz	38,54	40,53	5,15	45,68	0,38	0,08	0,90	0,66	13,00	8,90	70–60	3	Bohemia.
Argilla de Strud Maiseroul	34,78	39,69	9,95	49,64	0,41	0,68	1,80	0,41	12,00	10,73	50	10–11	Belgica, Andenne.
Argilla de Mühlheim	36,00	41,00	6,74	47,74	0,33	0,40	2,57	1,05	11,81	10,46	45	9–10	Coblentz.
Kaolim de Grünstadt	35,05	39,32	8,01	47,33	1,11	0,16	2,30	3,18	10,51	7,43	30	8	Pfalz, terrenos secundarios.
Argilla de Oberkaufungen	27,97	33,59	24,40	57,99	0,54	0,97	2,01	0,53	9,43	6,88	20	9	Cassel, carbonifero.
Argilla de Niederpleis	28,05	30,71	27,61	58,32	0,75	0,72	1,89	1,39	8,66	6,55	10	8–9	Carbonifero.

Argillas plasticas

Localidades	Agua hygrometrica.	Em cem partes de argilla dessecada a 100° c						
		Agua combinada.	Silica.	Allumina.	Oxydo de ferro.	Cal.	Magnesia.	[illegible]
Abondant	–	13,10	50,60	35,20	0,40	–	–	–
Arcueil	»	11,01	62,14	22,00	3,09	1,68	traços	traç
Belin	1,27	8,64	63,57	27,45	0,15	0,55	traços	–
Boulogne	2,24	6,28	69,42	18,00	0,95	2,00	3,27	–
Condé	12,87	16,48	44,50	33,00	1,91	1,34	0,60	traç
Dourdan	–	9,20	60,60	26,39	2,50	0,84	–	–
Echassières	9	16,40	49,20	34,00	–	–	–	–
Étrepigny	1,45	9,96	70,00	18,50	0,50	0,75	traços	–
Forges-les-eaux	–	11,00	65,00	24,00	traços	–	–	–
	–	11,80	62,50	25,50	0,05	–	–	–
Ganjac	0,42	14,50	46,50	38,10	»	traços	–	–
Klingenberg	–	16,00	48,32	32,48	1,52	1,64	traços	–
Labouchade	–	12,00	55,40	26,40	4,20	–	–	–
La Fère	1,45	17,30	56,26	20,00	3,00	2,50	0,27	–
Leyval	–	12,60	52,00	31,60	4,40	–	–	–
Livernon	–	18,00	49,00	24,00	6,26	2,00	–	–
Malaise	1,55	15,00	52,55	26,50	0,55	3,00	1,50	–
Montereau	–	10,00	64,40	24,60	traços	–	–	–
Montét	–	8,00	63,20	26,6	2,00	–	–	–
Provins	–	–	57,00	37,00	4,00	1,70	–	–
	–	16,62	51,00	24,50	1,25	4,75	1,50	–
Retourneloup	2,27	16,96	42,00	38,96	0,85	1,04	0,17	–
Salavas	1,45	11,05	58,76	25,10	2,50	traços	2,51	–
Saveignies	–	–	65,00	31,00	1,00	traços	2,00	–
Vaugirard	–	14,58	51,84	26,10	4,91	2,25	0,23	–
Bornholm (Dinamarca)	0,27	5,92	72,50	19,50	1,00	0,18	0,50	–
Brierley-Hill (Staffordshire)	13,11	–	51,80	30,40	4,14	–	0,50	–
Devonshire (Inglaterra)	–	12,20	49,60	37,40	–	–	–	–
Dowlais	1,39	4,82	67,12	21,18	1,85	0,32	0,84	2,0[illegible]
Glasgow	–	3,14	66,16	22,54	5,31	1,42	traços	–
Gloukoff (Russia)	2,71	16,50	46,35	37,00	–	–	0,15	–
Helsinborg (Suecia)	0,27	9,00	60,70	20,45	7,93	0,55	0,47	–
Longport (Inglaterra)	1,40	10,60	54,50	16,50	13,50	3,37	–	–
New-Castle on Tyne	–	10,53	55,50	27,75	2,01	0,67	0,75	2,63

...as

...lystas	Applicações	Observações
–	Grés, caixas para porcellana, cadinhos para aço	Branca — Muito apreciada.
...t.......	Olaria................	Annegrada. Inferior ao calcareo.
–	Faiança.............	Cinzenta.
–	Olaria e faiança......	Acinzentada, infusivel, dura, solida.
	–	–
...it.......	–	Plastica, infusivel.
–	Cadinhos............	Branca.
–	Faiança..............	Esverdeada. Contém muitos grãos de quartzo.
...er.......	Potes de vidreiro e faiança...............	Muito apreciada. Cinzenta. Superior á cré.
–	–	–
–	Caixas para cozedura de porcellana..........	Branca.
–	Potes de vidreira.....	Cinzenta.
–	–	Branco-amarellada; dura.
–	Faiança..............	Parda, infusivel.
–	–	Branca com manchas vermelhas.
–	Olaria (imitação de etrusco)...........	Vermelha.
–	Casetas na fabrica de Limoges...........	Venada de vermelho.
–	Tijolos refractarios....	Cinzento-clara. Muito apreciada.
–	–	Esbranquiçada, granulosa contendo grãos de quartzo. Encontra-se nos terrenos modernos.
–	Tijolos refractarios.....	Esbranquiçada.
–	–	–
...tat.......	Caixas para porcellana de Sevres..........	Cinzenta com veios vermelhos.
–	Cadinhos para aço....	Rosada. Contém mica.
...on.......	Grés e olaria.........	Annegrada. Superior á cré.
...tat.......	Olaria e faiança.......	Annegrada, venada.
–	Caixas para porcellana.	Cinzenta, superior á cré.
...y.........	–	–
...ner.......	Faiança..............	Cinzenta. Muito estimada.
....	–	–
...n........	–	–
–	Porcellana...........	Branca.
–	Grés.................	Cinzenta.
–	Tijolos refractarios....	Violacea.
...or........	–	–

Localidades	Agua hygrometrica.	Agua combinada.	Em cem partes de argilla dessecada a 100° c					
			Silica.	Alumina.	Oxydo de ferro.	Cal.	Magnesia.	[illegible]
Poole (Dorsetshire)........	2,33	9,63	48,99	32,11	2,34	0,43	0,22	[illegible]
Stamington (Sheffield).....	–	11,15	48,04	34,37	3,05	0,66	0,45	[illegible]
	–	–	42,00	40,9	traços	1,3	0,10	
Stourbridge (Inglaterra)....	–	17,34	45,25	28,77	7,72	0,47	–	–
	–	–	46,1	38,8	–	–	–	–
Stourbridge.............	2,18	7,10	65,10	22,22	1,92	0,14	0,18	0[illegible]
	10,3		63,2	23,3	1,8	0,7		–
Teignmonth (Devonshire)..	2,56	10,27	52,06	29,38	2,37	0,43	0,02	2[illegible]
Andennes................	–	–	50,60	29,00	1,10	–	–	–
Andennes (Belgica)........	–	19,00	52,00	27,00	2,00	–	–	–
	19,17		49,25	31,30	1,00	–	–	–
Antragues (Belgica).......	–	9,00	71,00	19.00	–	–	–	–
Baden....................	–	14,00	50,70	34,00	1,30	–	–	–
Baden....................	–	–	59,00	40,0	0,70	–	–	–
Bergheim (Alsacia)........	–	1,50	78,50	20,0	–	–	–	traç[illegible]
Gross Almerode (Hesse)....	0,43	14,00	47,50	34,37	1,24	0,50	1,00	traç[illegible]
Gottveith (Austria)........	1,00	10,00	65,60	20,75	2,00	1,65	traços	–
Hayanges (Lorena)........	–	7,50	66,10	19,80	6,30	–	–	–
Helimbory...............	–	9,00	61,00	24,00	7,50	0,50	–	–
Lautersheim (Prussia)......	–	13,56	49,00	33,09	2,10	2,00	0,20	–
Lauw (Alsacia)...........	–	9,50	66,50	18,10	1,90	–	–	–
Loshhayn (Saxonia).......	2,70	11,70	61,52	20,92	0,50	0,02	4,97	–
Soufflenheim (Alsacia).....	–	10,00	66,00	18,20	3,80	–	–	–
Strasbourg (Alsacia)......	–	12.00	66,70	18,20	1,60	–	0,60	–
Theuberg (Bohemia).......	0,49	10,00	58,39	27,94	traços	2,74	1,00	–

...lystas	Applicações	Observações
...l	Cadinhos de Cornwall para ensaios de cobre.	–
...y	Cadinhos para fundir aço	–
...y	–	Perda ao fogo (agua e materiaes combustiveis volateis 12,8. Carbone produzido pela calcinação em vaso fechado 1,5,
...at	Tijolos refractarios e cadinhos para fundir aço	Pouco plastica, negra. Proveniente do terreno da hulha.
...ay	–	–
...y	–	–
–	–	–
...on	Cadinhos para ensaios de cobre	–
–	Faiança	Agua e materias betuminosas, 19,05.
–	Potes de vidreiro	Branca.
–	–	–
–	Potes de vidreiro, retortas para gaz de illuminação, tijolos refractarios e faiança	Cinzenta. Muito estimada.
–	Tijolos refractarios	Branca com manchas amarelladas.
–	–	Amarellada, dura, aspera.
–	–	Branca acinzentada, pouco coherente com apparencia de um grés fino ; contém mica branca.
–	Cadinhos de Hesse	Cinzenta. Muito pura e muito estimada. Inferior ao carbonifero.
–	Caixas para porcellana	Verde pallido, sujo, com manchas ferruginosas.
...hier	Tijolos refractarios	Amarellada e areenta.
...ent	–	–
–	Grés e olaria fina	Esbranquiçada.
–	Tijolos refractarios	Acinzentada, arenosa, micacea, quartzoza, lembrando grés ; encontra-se nos terrenos de transição.
–	Caixas para porcellana de Meissen	Annegrada contendo quartzo.
–	Tijolos refractarios	Aspecto de grés. Contém detritos feldspathicos e quartzozos.
...hier	Cachimbos e faiança	Cinzenta.
–	Caixas para porcellana	Cinzenta. Inferior ao carbonifero.

Localidades	Agua hygrometrica.	Agua combinada.	Em cem partes de argilla dessecada a 100°				
			Silica.	Alumina.	Oxydo de ferro.	Cal.	Magnesia.
Valendar (Hesse)..........	0,52	6,75	65,27	24,19	1,00	–	2,02
Tahier..................	14,0		56	26,0	–	2,0	
Mozet..................	12,6		52	25,0	–	–	
Maizeronilte	18,6		46	33,4	–	1,0	
Haltine..................	15,0		40	25,0	0,4	1,6	
Craue..................	13,0		52	26,0	6,0	–	
Dreux..................	12,0		50,6	35,3	0,4	–	

…nalystas	Applicações	Observações
—	Cadinhos, grés e olaria fina..............	Cinzenta.
—	Refractarias.	
—		
—		
—		
—		
—		

Margas

Localidades	Composição centesimal							Analystas	Observações
	Agua combinada	Silica	Alumina	Oxydo de ferro	Carbonato de cal	Carbonato de magnesia	Materia organica e alcalis		
Abydos	11,25	52,00	16,17	6,15	13,97	traços	traços	Salvetat.	
Argenteuil	5,00	9,90	3,90	–	80,46	–	traços	Buisson.	
Belleville	3,35	46,03	17,28	5,70	27,64	–	–	Buisson.	
Billom	2,00	39,00	18,00	1,00	40,00	–	traços	Lecoq.	
Bonnefonds	9,00	40,00	13,21	2,04	34,12	0,15	traços	Salvetat.	
Chambray	2,21	49,72	29,35	3,09	16,21	0,50	traços	Salvetat.	
Nièvre	–	39,50	19,15	6,00	14,00	–	–		Perda pela calcinação 21,15
Savone	2,00	53,00	35,00	7,00	3,00	–	–	Buisson.	
Tournay	4,5	25,40	14,40	–	55,53	–	traços	Salvetat.	
Viroflay	–	37,00	11,00	6,50	55,00	–	–	Salvetat.	
Vitry	–	36,50	9,35	2,25	25,50	1,10	–		Perda pela calcinação 24,74

Ocres

Localidades	Composição centesimal							Analystas	Observações
	Agua	Silica	Alumina	Oxydo de ferro	Carbonato de cal	Carbonato de magnesia	Materia organica e alcalis		
Cher........................	–	43,15	22,68	23,20	–	–	–		Ocre amarello. Perda pela calcinação 10,64
Säsebühl (Allemanha)........	24,90	41,90	20,90	12,20	–	–	–	Wackenroder.	
Amberg (Allemanha).........	13,24	33,23	14,21	37,76	–	1,38	–	Kühn.	

Argillas smecticas

Localidades	Composição centesimal									Analystas	Observações
	Agua	Silica	Alumina	Oxydo de ferro	Carbonato de cal	Carbonato de magnesia	Materia organica e alcalis	Oxydo de cobre	Silica gelatinosa		
Condé (Houdan)............	21,70	43,00	32,50	1,20	1,02	0,30	0,40	–	1,50	Salvetat.	Argilla smetica vulgar
Angleur (Liège)............	16,00	44,94	39,06	–	–	–	–	–	–	Berthier.	Halloysite } especies mineralogicas
Firmy (Aveyron)............	35,49	23,76	39,68	–	–	–	–	0,65	–	Guillemin.	Allophane }

Analyse pyrometrica

Já vimos que a analyse chimica não basta para nos habilitar a julgar do valor de uma argilla sob o ponto de vista da sua resistencia ás elevadas temperaturas, já porque essa resistencia depende não só da natureza, proporções e combinações dos componentes da argilla, como tambem das reacções que se possam dar entre elles e as substancias com que o barro tenha de estar em contacto, já pelas differenças de methodo e cuidados empregados pelos differentes analystas, das quaes póde resultar que argillas a que a analyse attribue composição muito analoga se comportem de modo muito differente, quando submettidas a altas temperaturas, podendo induzir em erro e grave prejuizo os que se guiassem *apenas* por este criterio, concluindo da analogia de composição para a equivalencia das qualidades refractarias.

Assim a quantidade total, de silica revelada pela analyse chimica em duas argillas, póde ser a mesma, sendo n'ellas bem differente a proporção entre a silica livre e a combinada; póde ser igual a quantidade de ferro mas differente o grau de oxydação, o que tem grande importancia, porque o silicato de protoxydo de ferro é mais fusivel do que o de peroxydo; póde não se ter attendido á presença de pequenas quantidades de pyrites, de phosphatos etc. que são fundentes activos mesmo na proporção de $^1/_4$ por cento, e tudo isto tem uma influencia consideravel sobre o grau de fusibilidade das argillas.

D'aqui a necessidade de proceder a experiencias directas cujos processos constituem o que chamaremos *analyse pyrometrica*, a qual tem por fim determinar até que ponto uma dada argilla é refractaria, isto é, o grau de calor que ella é capaz de supportar sem entrar em fusão.

Entretanto a analyse chimica, rigorosamente feita, póde fornecer indicações valiosas, quer positivas, (como por exemplo a ausencia de alcalis ou outros fundentes) quer negativos, como a presença dos mesmos fundentes em quantidade apreciavel, alem de que a pratica mostra bastantes vezes uma regular concordancia entre a composição e a fusibilidade de uma argilla.

E assim devia de ser visto que a fusibilidade depende, como já vimos, da relação entre a quantidade da alumina e a dos fundentes e entre aquella e a da silica contidos na argilla.

O valor das argillas, sob o ponto de vista da sua resistencia ás mais altas temperaturas, determina-se experimentalmente pelos processos que passâmos a indicar.

Um dos mais usados, e que é muito pratico e simples, consiste em tomar uma porção de argilla que previamente se sécca, calcinar metade, pisar bem fino cada uma das partes separadamente, misturalas depois bem intimamente, humedecer a mistura e modelar pequenas peças com arestas vivas que se subjeitam, tanto em vasos abertos como fechados, e por bastante tempo, a um forte fogo de forja. Subjeita a esta prova, uma argilla revela-se tanto mais refractaria quanto melhor conservar a fórma recebida, e quanto menos brilhantes, vitrificadas, esmaltadas, se apresentarem as superficies de fractura do specimen cozido, o que tanto vale dizer, quanto menos indicios apresentar o interior da peça, quando se quebra, de ter soffrido qualquer amollecimento.

E claro que, este meio não é rigoroso, porque a temperatura do fogo póde não ser a mesma em diversos ensaios, o que póde induzir a comparações falsas, entre argillas differentes, ou entre ensaios repetidos do mesmo barro; na pratica das industrias recorre-se, porém, aos fornos de porcellana, em que se obtêem temperaturas por assim dizer certas e determinadas.

N'este caso o pó da argilla secca é submettido n'um cadinho ao mais violento fogo do forno de porcellana e se a argilla, assim fortemente aquecida, se deixa, depois de resfriada, desaggregar entre os dedos, deve considerar-se como eminentemente refractaria, se porém se agglomerou em massa que já não cede á acção dos dedos, conservando comtudo uma fractura terrosa, apenas póde ser tida como refractaria de segunda ordem e se o amollecimento experimentado foi tal que a fractura do specimen se apresenta similhante á da porcellana, com superficies brilhantes, ou que a argilla se escorificou, deve ser posta de parte como absolutamente impropria para applicações em que se exijam fortes temperaturas.

Alem d'estas condições, uma boa argilla refractaria não deve soffrer empeno nem estalar ou fender-se pelo aquecimento, o que se reconhece bem por meio de specimens com arestas bem vivas, com a fórma de tetraedros, por exemplo, nem ser demasiado atacada pelas substancias com que tenha de estar em contacto, productos da combustão, saes, metaes, escorias etc. o que póde ser, até certo ponto, revelado pelos ensaios em ponto pequeno, mas só pelas experiencias em grande definitivamente confirmado.

Brongniart indica o seguinte processo muito simples para experimentar tijolos:

Tomam se seis ou oito e faz-se com elles um pequeno

massiço de duas fiadas, que se colloca n'um forno de porcellana, junto á entrada do fogo e de frente para elle. A fiada anterior que é sempre atacada, por melhor que seja o barro, serve apenas para proteger a posterior da acção da potassa das cinzas, á qual nem mesmo o barro mais refractario póde resistir. É, portanto, pelo maior ou menor amollecimento ou grau de fusão experimentado pelos tijolos da segunda fiada que se conclue das suas qualidades refractarias.

O maçarico ordinario póde tambem servir para estas experiencias, operando-se da fórma seguinte:

De differentes pedaços da argilla a ensaiar toma-se uma porção que represente, por assim dizer, a sua media e reduz-se a uma calda delgada addicionando-lhe agua; barra-se com ella uma tira de papel previamente engordurado e deixa-se seccar. Esta capa argillosa destaca-se depois em escamas que são o material mais apropriado para este genero de experimentação.

Toma-se então um fio de platina a cuja ponta se applica um pedacinho de argilla, reconhecida como refractaria, e a elle se faz adherir pelo humedecimento uma d'aquellas escamas.

O fio é então aquecido e a argilla a pouco e pouco levada á chama do maçarico, a qual, por fim, se faz incidir bem sobre a massa subjeita á experiencia.

Com argillas facilmente fusiveis obtem-se por esta fórma, ao fim de dois a tres minutos, um globulo escorificado; com as refractarias observa-se uma resistencia á escorificação e com as que o são muito não se observa alteração alguma accentuadamente caracteristica.

D'aqui resulta que este processo só póde servir para classificar ou comparar argillas pouco refractarias; para as medias, e principalmente para as superiores, é necessario recorrer a mais elevadas temperaturas.

Como meio directo de experimentação pyrometrica, citaremos ainda o aconselhado pelo dr. Otto, que consiste em expor a uma alta temperatura, em um pequeno forno especial para estes ensaios, quatro tijolos de prova eguaes, dois de cada uma das argillas que por esta fórma se comparam, os quaes são previamente cozidos e feitos de partes eguaes de argilla cozida e crua.

Em cada experiencia sustenta-se o fogo até que uma das argillas tenha completamente fundido. Os dois tijolos preparados com a mesma argilla devem ser egualmente atacados, porque o forno é especialmente disposto para que a temperatura seja egual sobre todos os quatro tijolos e, se tal se não

dêr, o forno terá funccionado mal por qualquer obstrucção dos canaes do accesso de ar e a experiencia deve ser feita de novo.

Este processo, que aliás é bastante rapido e pratico, não se presta comtudo para se obter a noção completa e geral das argillas refractarias, já porque só tem em vista a comparação de duas argillas, já porque a apreciação objectiva a que conduz depende de signaes que resaltam bem para argillas muito differentes, mas que são difficeis de precisar e até incertos, e aqui não póde deixar de ter influencia o modo de ver especial de cada observador, quando as differenças são pequenas.

O grau de fusão dos specimens é raras vezes tão nitidamente limitado ou avançado que não possa restar duvida sobre qual d'elles tenha soffrido maior amollecimento.

Ao contrario do que seria natural suppor, não são, pois, os methodos directos os que melhor permittem ajuizar do valor relativo de differentes argillas sob o ponto de vista da resistencia ás altas temperaturas. A maior parte das argillas, mesmo das bem refractarias, soffrem sempre um certo amollecimento e cobrem-se de uma crusta vitrea ou entumescem-se mais ou menos em consequencia da formação, no interior da sua massa, de bolhas maiores ou menores, devidas aos productos gazosos das reacções produzidas pelo forte aquecimento, e as menos refractarias fundem-se completamente em um esmalte brilhante ou em um vidro transparente geralmente córado. Assim, argillas differentes soffrem pelo aquecimento alterações differentes que não são comparaveis entre si.

Ao mesmo fogo póde uma argilla vitrificar-se, cobrir-se de esmalte uma outra, fundir-se em vidro transparente ou apenas translucido uma terceira, reduzir-se a escoria opaca a quarta, tornando-se assim bem difficil distinguir qual d'estes phenomenos corresponde á mais fusivel e qual caracterisa a mais resistente. Alem do que, poucas argillas possuem uma tal infusibilidade que as alterações, que necessariamente soffrem ás mais elevadas temperaturas, se limitem a uma simples manifestação externa, sempre crescente ou decrescente, em menor ou maior grau.

Se pois se pretendem comparar, sob o ponto de vista que nos occupa, argillas inteiramente differentes e exprimir em numeros, que são o melhor meio de comparação, os resultados obtidos é necessario recorrer a outros processos, iniciados pelo dr. Bischof, cuja efficacia a pratica tem reconhecido e sanccionado.

Para a execução d'estes processos que são bastante morosos e exigem muitos cuidados, mas que são muito systematicos, addiciona-se á argilla quartzo puro, alumina ou uma mistura de silica e alumina e determina-se a quantidade d'esta substancia que é necessario juntar ás differentes argillas para obter com ellas resultados eguaes; são, pois, processos indirectos e conhecidos, conforme a substancia a que se recorre, pelas designações. *Processo do quartzo, processo da alumina* e *processo da silica e da alumina.*

Methodo do quartzo

O quartzo puro reduzido a pó muito fino[1] presta-se perfeitamente para estes ensaios comparativos de differentes argillas pela sua pouca fusibilidade, e tanto assim é que, se juntarmos quartzo em pó á argilla e se submettermos a mistura a um calor intenso e determinado, será necessario, para obter productos de igual resistencia á fusibilidade, que a quantidade de quartzo que se addiciona seja tanto maior quanto mais fusivel for de si mesmo o barro que se experimenta, e inversamente.

Como dissemos, estes processos têem por fim fazer comparações ou antes estabelecer a gradação entre diversos barros sob o ponto de vista das suas qualidades refractarias, para o que é indispensavel adoptar como typo, para a elle se referirem as outras, uma argilla que seja bem conhecida e que convem que seja bem refractaria.

Posto isto, demos uma idéa geral da fórma por que se pratica.

Toma-se uma porção, que represente bem a sua composição media, da argilla *typo* e da que com ella se pretende comparar e sécca se a um calor brando, o sufficiente para que no almofariz se possam reduzir a pó muito fino, sem se empastarem, e d'este pó e de cada barro em separado, tomam-se sete pequenas porções (1 decigramma), ás quaes se addicciona respectivamente duas, tres, quatro, seis, oito e dez vezes o seu peso de quartzo preparado, de modo que a mistura fique bem intima, vindo assim a formar-se, para cada argilla, sete lotes ou misturas n'aquellas proporções, que a experiencia acon-

[1] Para obter este pó, aquecem-se fortemente crystaes de quartzo bem branco e faz-se a pulverisação n'um almofariz de agua. Se se emprega o de ferro é necessario pôr o pó em digestão em agua regia, ou acido nitrico, filtrar e lavar bem para eliminar as particulas de ferro destacadas do almofariz, eliminando-se tambem por esta fórma algumas das impurezas que o quartzo contenha.

selha como as mais convenientes; em seguida humedecem-se os lotes, amassam-se bem com uma espatula de platina e moldam-se em pequenos cylindros, muito eguaes, de quatro millimetros de diametro e seis de altura, que, para cada barro, se numeram respectivamente segundo a quantidade de quartzo que se lhes juntou. Depois de bem seccos, para evitar que estalem pela cozedura, são os 14 cylindros dispostos em um pequeno cadinho de fusão, cujas paredes e tampa devem ter uma espessura bem egual, de modo que os de egual numero fiquem a par e pela ordem dos mesmos numeros a partir de baixo; este cadinho submette-se, em um pequeno forno de duplo folle (Sainte Claire Deville)[1], durante doze minutos, á temperatura rubro claro, elevado no fim, rapidamente á do rubro branco. Feito isto, examinam-se as alterações soffridas pelos cylindros e vê-se quaes os numeros de cylindros de uma e outra argilla que se apresentam no mesmo estado ou em estado mais comparavel, mas não fundidos, e a relação entre esses numeros exprimirá tambem a relação entre o valor dos dois barros que se comparam, quanto ao seu poder

[1] O forno é formado por um cylindro de chapa de ferro de 0^m,30 de altura e 0^m,25 de diametro que envolve uma forte corôa cylindrica de argilla bem refractaria. A grelha é formada por um cylindro de ferro de 0^m,035 de altura, atravessado por quinze canaes parallelos ao eixo e na sua base superior ha um rebaixo circular de 0,^{m}045 de diametro, no qual se encaixa a peça que supporta o cadinho. O ar, fornecido por um folle duplo, a uma pressão de 1 a 2 millimetros de mercurio, tem accesso á camara de ar, que fica sob a grelha, por um tubo de 0^m,0225 de diametro.

Para precisar, o melhor possivel, o que é de grande importancia, o grau de calor a que devem ser sujeitos os ensaios, condição essencial da operação, serve-se Bischof do processo já recommendado por Becquerel, do fio fusivel. Este fio entra pelo fundo do forno e sóbe n'uma bainha de metal, até á parte superior da grelha onde se curva a angulo recto; o seu ramo superior não entra a descoberto no fogo e é revestido por um envolucro de argilla que deve ter exactamente a espessura das paredes do cadinho, em que se mettem os cylindros de ensaio e o seu extremo inferior sustenta, já fóra do forno, um peso determinado (306 grammas), o qual está ligado a uma escala, que immediatamente accusa o seu movimento descencional, consequencia da fusão do fio.

Como numerosas experiencias com o seu forno aconselhram ao sr. Bischof, o ramo curvado do fio deve ficar 0^m,05 acima da grelha, que é onde começa a zona da mais constante e elevada temperatura, a qual attinge uma altura de cerca de 0^m,09, pela qual se determina a altura do cadinho.

Como é facil perceber, todas estas indicações visam a que o grande calor soffrido pelo fio seja, quanto possivel, o que recebem os cylindros no interior do cadinho.

Os cadinhos, empregados pelo dr. Bischof, têem 0^m,045 de altura, 0^m,0375 de diametro na bôca e 0^m,02 na base, e a espessura das suas paredes e tampa, que deve ser muito uniforme, é de 0^m,005.

refractario, ou quanto á sua fusibilidade. Exemplifiquemos: se é o numero 4 da argilla a estudar que se apresenta em estado analogo ao do numero 1 da argilla typo, diremos que aquella é quatro vezes menos refractaria ou quatro vezes mais fusivel do que esta, visto que para adquirir a mesma infusibilidade relativa necessita de quatro vezes mais quartzo do que ella; se porém o numero 4 se apresenta mais alterado do que o numero 1 da argilla typo e este mais do que o numero 6 da argilla em observação, dir-se-ha que esta vale cinco vezes menos do que aquella. Se os numeros dos cylindros fossem por exemplo 8 e 3 a sua significação seria que o valor de uma argilla está para o da outra na relação d'aquelles numeros.

Se argilla typo é, como convem, superior ás outras a ensaiar, póde sempre tomar-se para termo de comparação o respectivo cylindro numero 1.

Este modo empirico de medir as qualidades refractarias dos barros póde portanto formular-se assim. A quantidade de quartzo em pó que se tem de misturar a um barro, para obter, até certo ponto, a sua infusibilidade, está na rasão inversa do seu poder refractario e póde portanto servir-lhe como de medida.

Este processo fornece, quando se procede pela fórma indicada e com todo o cuidado, para que tudo se passe o mais uniformemente possivel, quer na manipulação dos ensaios, quer na marcha do aquecimento, e distribuição do calor, resultados perfeitamente apreciaveis á vista e sempre concordantes, quando as experiencias são repetidas em perfeita egualdade de condições, como sempre o devem ser, para se obter a contraprova.

Este processo tem tambem a vantagem de permittir a comparação de argillas, cujos valores refractarios não façam grande differença, entre as quaes pelos meios directos não seria possivel estabelecer preferencias.

O reparo que se póde fazer a este modo de exame è a difficuldade de determinar a mais conveniente temperatura a que se devem subjeitar os specimens, a qual deve ficar comprehendida entre limites bastante apertados, para que não seja tão baixa que se não produzam alterações distinctamente perceptiveis á vista, nem tão elevada que comprometta o resultado, fundindo completamente os exemplares e fazendo desapparecer os caracteres, pelos quaes os apreciariamos.

Para as argillas de qualidade inferior ou media, que são muito melhoradas pela addicção do quartzo não se torna necessario um grau de calor muito elevado, nem muito defini-

do, mas para as que são muito refractarias e designadamente para as ricas em silica, principalmente livre e apenas misturada, e para as muito puras, é mais difficil attingir e regular a conveniente temperatura que tem de ficar entre limites proximos, porque é então muito facil ultrapassal-a. Ficando abaixo d'ella, o que geralmente succede, corre-se o risco de uma indicação falsa, reputando a argilla melhor do que ella merece; o mesmo succede tambem com as argillas sòmente inquinadas de ferro e isentas de magnesia, cal e alcalis, que são muito beneficiadas pela addicção do quartzo, do que póde resultar que uma argilla n'estas condições, que na prova directa pelo aquecimento se mostra mais fusivel do que outra, se faça considerar no ensaio pelo quartzo em pó, bastantes graus acima d'aquella, na escala da resistencia á fusibilidade.

É porém facil obviar a estes inconvenientes e causas de erro, applicando o

Processo da mistura de silica e alumina

O emprego combinado da silica e da alumina não só permitte, mas até exige que a temperatura da experiencia seja muito mais elevada do que quando se opéra com o quartzo só e por isso, com este processo se attenuam, dentro de certos limites, as causas de erro que deixámos apontadas.

Em logar do quartzo natural emprega-se n'este caso silica, chimicamente pura, que se prepara prècipitando-a, por acido chlorhydrico em excesso, de uma solução limpida de silicato de potassa e lavando completamente o precipitado. Á silica, assim obtida, addiciona-se alumina, proveniente de alumen ammoniacal, repetidas vezes precipitada pelo ammoniaco e completamente lavada a frio e em agua fervente, ou de kryolithe completamente purificada. Verificada a pureza da silica e da alumina, submettem-se em cadinhos bem fechados e não cheios, e em fornos de vento, a uma temperatura muito gradualmente crescente, até soffrerem durante uma hora, pelo menos, uma calcinação tão forte, que toda a agua seja expulsa e depois do resfriamento pesa se uma determinada quantidade de cada uma das substancias, que, quando puras, são capazes de supportar, sem o menor indicio de fusão, a temperatura de fusão do ferro fundido e de resistirem mesmo quasi á da fusão da platina. Submettidas a esta prova, devem ficar ainda absorventes, não compactas e susceptiveis de se alisar com a unha.

A silica e a alumina reduzidas a pó bem fino, n'um almofariz de ágata, são intimamente misturadas em pesos eguaes,

proporção que a pratica aconselha como a mais conveniente[1].

Empregando uma maior quantidade de silica recaír-se-ía nos inconvenientes apontados para o quartzo só, pelo que respeita á difficuldade de graduar a temperatura mais conveniente para a experiencia e que não deve ser ultrapassada, posto que seja então mais facil distinguir entre argillas de valor pyrometrico muito approximadamente egual e melhor ainda entre as que se afastam muito.

Se pelo contrario se augmentasse a proporção da alumina cessariam as preoccupações ácerca da temperatura, que poderia ser elevada, mas, em compensação, a escala das graduações ficaria por assim dizer mais apertada e tanto mais quanto mais predominasse a alumina, por causa da sua grande efficacia para tornar as argillas menos fusiveis e deixaria de se poder fazer a comparação entre argillas pouco differentes, para as quaes seria então difficil marcar a posição relativa na escala dos valores pyrometricos.

O emprego da mistura basica só póde, pois, offerecer vantagem, quando se trata de apreciações que tenham de ir até aos mais violentos fogos.

O principio em que se funda o processo da silica e alumina e a marcha da operação são os já descriptos a proposito do quartzo.

A mistura, indicada como normal, de partes eguaes em peso de silica, e alumina resiste, sem amollecer, á temperatura de fusão da platina e á temperatura da plena fusão do ferro forjado a superficie de fractura de um ensaio apresenta-se ainda terrosa, não compacta e com toda a sua capacidade absorvente para os liquidos. Addicionando-se-lhe uma porção de argilla, a mistura ficará tanto mais facilmente fusivel quanto, para a mesma quantidade de argilla, menos refractaria esta for, ou, por outras palavras, quanto mais facilmente fusivel fôr uma argilla, tanto maior porção da mistura normal será necessario addicionar-lhe para poder resistir á mesma temperatura de prova, ou attingir um determinado grau de infusibilidade.

Processo da alumina

Emquanto a silica produz apenas para a maior parte das argillas um augmento relativo da infusibilidade, a alumina,

[1] Da mistura faz-se pela addição de agua uma pasta branda que se amassa perfeitamente com uma espatula de platina para se formarem pequenos bolos que se seccam e pulverisam, e o pó recolhido é calcinado á lampada e conservado em frascos fechados com rolha de cautchouch.

indubitavelmente o mais valioso dos componentes da argilla e principalmente das refractarias, offerece o mais seguro meio de elevar a sua resistencia ao fogo. Assim a alumina póde servir de base a um processo analogo aos já descriptos e ao qual são inteiramente applicaveis as considerações que deixámos apontadas quando, no methodo da mistura de silica e alumina, nos referimos á mistura com excesso de alumina.

Richters na sua *Abhandlung über die Feuerbestandigkeit der Thone* recommenda muito este processo com o qual diz ter obtido excellentes resultados. A marcha geral do processo de Richters é analoga á estabelecida por Bischof, differindo apenas em alguns promenores. Assim, por exemplo, os ensaios são moldados em prismas triangulares e a sua notação é mais complicada, sem vantagem ao que nos parece.

O forno é munido de uma chaminé e a maxima temperatura attingida (fusão do ferro forjado) regulada, em vista de experiencias previas, pela quantidade de combustivel (50 kilogrammas de coke) consumida n'um dado tempo (duas horas).

Tendo-nos referido por vezes a specimens que soffreram um começo de fusão e a outros que resistiram, o que nem sempre é facil e seguro distinguir á simples vista, convem indicar desde já qual o meio mais efficaz de estabelecer essa distincção, que nos é fornecida pela differença, perfeitamente caracterisada, que existe entre as superficies de fractura da porcellana e da faiança. Como é sabido, a primeira, que soffreu um começo de fusão, apresenta-se semi-vitrea, compacta e incapaz de absorver agua, emquanto que a segunda é terrosa, apega-se aos labios humidos e absorve os liquidos. Se, porém, como póde succeder na transição, estas differenças não são bem accentuadas, uma gotta de liquido córado, um simples traço de penna, resolve a duvida. Sobre as superficies porcellanadas é sempre possivel fazer um traço nitido, emquanto que sobre as terrosas o traço alastra pela absorpção.

Dissemos que o poder refractario de uma argilla se avaliava não só pela sua resistencia ás elevadas temperaturas como tambem á acção fundente das substancias com que tenha de estar em contacto.

A apreciação das argillas sob este ponto de vista faz-se facilmente por um processo analogo aos que vimos de descrever e cujo principio fundamental é o inverso do que a elles preside.

Assim como se levantam as qualidades refractarias de uma argilla, addicionando-lhe uma substancia difficilmente fusivel, assim tambem ellas devem ser deprimidas pela addição de substancias muito fusiveis e tanto mais, quanto maior fôr a sua quantidade relativa.

Tomando para typo o vidro e as escorias de ferro, e addicionando á argilla a ensaiar $^1/_2$, 1, 2, 4 e 6, etc., por cento de pó fino de vidro ou de escorias, misturando bem intimamente, primeiro em secco e depois em pasta, seccando a mistura e pulverisando novamente, formam-se pequenos cylindros de ensaio que se numeram segundo a proporção da mistura. Subjeitando estes cylindros a uma determinada temperatura, e procedendo de egual fórma para differentes argillas ou para differentes fundentes, é facillimo estabelecer o valor relativo, sob este ponto de vista, quer de differentes argillas entre si, quer da mesma argilla para os differentes fundentes.

Como já foi indicado, para que as conclusões derivadas das experiencias realisadas segundo os processos, que vimos de descrever, possam ter valor e merecer confiança, é necessaria a certeza de que a temperatura maxima, attingida em todas ellas, seja certa e determinada e a mesma para todas, e é esta uma das grandes difficuldades praticas. D'aqui a necessidade de um meio de verificação ou de contraprova, tão rigoroso quanto possivel, e de facil applicação.

O empregado pelo dr. Bischof é o seguinte:

Tomam-se varias porções eguaes de alumina a cada uma das quaes se junta, respectivamente, 1, $1^2/_{10}$, $1^4/_{10}$, etc., partes em peso de silica e addicionando a cada uma d'estas misturas uma parte em peso de argilla de primeira qualidade, e misturando bem intimamente, formam-se outros tantos specimens que se designam segundo a proporção do quartzo, por pyro-indicador 1, $1^2/_{10}$, $1^4/_{10}$ e que pelas alterações relativas, que n'elles determina a calcinação, caracterisam perfeitamente a temperatura a que são submettidos. Assim, teremos a certeza de ter attingido a temperatura da fusão do ferro forjado se o indicador 1 apresenta ainda uma superficie de fractura absorvente, o indicador $1^2/_{10}$ é pouco absorvente, mas o traço de tinta alastra, e o marcado $1^4/_{10}$ não accusa a minima absorpção. A uma temperatura quasi nada inferior, os dois primeiros conservam-se francamente absorventes, e logo que aquella seja excedida só o indicador 1 dá o traço alastrado e para os outros cessa completamente a absorpção.

Para contraprova da egualdade de temperatura em todos os pontos do interior do cadinho, collocam-se em differentes pontos specimens eguaes, os quaes devem apresentar-se exactamente no mesmo estado se aquella condição fôr realisada.

Richters emprega apenas um pyro-indicador formado por uma mistura de argilla branca de Saarauer com $^2/_{10}$ do seu peso de alumina; experiencias previas devem determinar e caracterisar bem as alterações soffridas por este indicador, á temperatura a que se pretende submetter a argilla a ensaiar.

A apreciação das altas temperaturas a que é necessario recorrer, não só para estes ensaios, como para a pratica effectiva de varias industrias tem, como acabâmos de ver, uma grande importancia e apresenta grandes difficuldades.

Os meios que deixâmos indicados, dependentes da natureza do material que se emprega e especialmente do modo de ver particular de cada experimentador, só podem, pois, servir para tornar comparaveis experiencias feitas nas mesmas condições e pelo mesmo observador, mas nada dizem de preciso sobre o grau de temperatura, faltando-lhe o caracter de independencia das condições do meio em que se opéra, que deve ter todo o apparelho destinado a medições rigorosas.

As temperaturas correspondentes ao rubro nascente, ao rubro escuro e ás gradações do rubro cereja podem ainda ser, com segurança, apreciadas por uma vista exercitada, mas d'ahi para cima a transição para o rubro claro e as suas gradações quasi insensiveis até á maxima temperatura, que se póde produzir nos actuaes fornos, são tão difficeis de apreciar que é indispensavel, querendo proceder com rigor, recorrer aos thermometros das altas temperaturas, isto é, aos *pyrometros*.

Desde o bem antigo e conhecido pyrometro de Wedgwood até aos pyrometros electricos, tem-se recorrido, para a construcção d'estes apparelhos, a diversas substancias e a diversas propriedades physicas e chimicas.

Não desejando alongar muito este trabalho não faremos a descripção dos differentes instrumentos nem do seu modo de funccionamento e limitar-nos-hemos á exposição summaria e á critica rapida dos principios em que se funda a sua construcção e para isso partiremos da enumeração das condições a que deve satisfazer um bom pyrometro e que são, no dizer de Brongniart:

Emprego facil; indicação prompta e segura da temperatura no momento e no ponto do forno a que se refere a observação (para o que o pyrometro deve poder ser collocado em qualquer ponto do forno) indicação segura da marcha do fogo no forno; indicações exactas e absolutas, transmissiveis no tempo e no espaço.

O pyrometro de Wedgwood é de emprego commodo, mas as suas indicações nem são exactas nem absolutas, porque o retrahimento ou contracção da argilla pelo calor, principio da sua construcção, depende da fórma lenta ou brusca por que o aquecimento é conduzido, de sorte que a mesma argilla, levada ao mesmo grau de calor, não experimenta sempre egual retrahimento e porque este, que alem d'isso não é proporcional á temperatura, depende tambem da natureza da argilla, da preparação da pasta e da compressão empregada para a moldagem dos cylindros indicadores.

Heeren, Prinseps e outros recorreram ás ligas metallicas em cuja composição entram, naturalmente, os metaes menos fusiveis e especialmente a platina. O seu ponto de fusão corresponde a uma temperatura determinada, mas só para a primeira vez que a liga se funde, porque a segunda fusão póde operar-se a uma temperatura inferior ou superior, conforme as alterações produzidas pela primeira na sua estructura.

Alem d'este inconveniente, com os pyrometros de ligas metallicas é muito difficil, n'um forno fechado, precisar o momento em que se opéra a fusão.

Os pyrometros chamados metallicos fundam-se na dilatibilidade dos metaes; a platina, porém, a que naturalmente se recorre é dos menos dilataveis e a difficuldade de transmittir a uma distancia, relativamente grande, (nos fornos de porcellana, por exemplo, não deve ser inferior a $1^{m},5$) para que se leiam em uma escala, collocada na superficie externa das paredes do forno, as variações de comprimento da haste metallica, no seu extremo livre, é tão grande que não foi ainda possivel arranjar um systema de transmissão, que não soffrendo a minima curvatura, retrahimento, dilatação ou amollecimento á alta temperatura que tem de supportar, possa transmittir exactamente as pequenas variações de comprimento da haste metallica, que podem mesmo ser inferiores ás experimentadas pelo systema transmissor.

D'estes pyrometros, de que foi typo o de Daniell, têem-se construido muitos, principalmente em Inglaterra, sem que se tenha logrado vencer as difficuldades e inconvenientes apontados, aos quaes deve ainda accrescentar-se que os corpos di-

latados por uma elevada temperatura não retomam, depois do resfriamento, exactamente o comprimento primitivo.

As indicações d'este genero de pyrometros não podem, pois, ser rigorosamente comparaveis.

O methodo calorimetrico de Coulomb, em que pela elevação de temperatura experimentada por uma massa de agua em que se lança uma bola de ferro ou de platina, que esteve exposta á temperatura a determinar, se avalia essa mesma temperatura, não é muito rigoroso, nem de applicação pratica, pelo complicado dos calculos que exige, posto que o não sejam talvez tanto como os do thermometro de ar, a que nos vamos referir.

Este instrumento parece susceptivel de medir com precisão temperaturas bastante altas, mas é muito difficil de estabelecer, de manejar e de collocar convenientemente nos fornos industriaes para que as suas indicações sejam transmissiveis para o exterior; por isso o seu uso se não tem generalisado.

Alem d'isso, a temperaturas superiores a 1:554° centigrados a porcellana amollece e os metaes, e designadamente a platina e o ferro, tornam-se muito permeaveis ao ar, que assim se escapa dos reservatorios em que deve estar contido, dando este facto origem a uma grave causa de erro de que resulta tomar-se para a representação de uma muito alta temperatura um numero differente do que lhe caberia, se a marcha do apparelho fosse uniforme.

O pyrometro de Lamy, tambem conhecido pela designação de pyrometro de dissociação, porque se baseia sobre este notavel phenomeno, descoberto e estudado por Sainte Claire Deville, avalia uma alta temperatura pela tensão, crescente com a temperatura, do acido carbonico proveniente da dissociação de um pedaço de carbonato de cal, (spatho de Islandia ou marmore branco em pó) que a ella se submette.

Conforme o imaginou o sr. Lamy, este apparelho, que só começa a funccionar a 800° centigrados, é extremamente simples e barato, não subjeito a desarranjos, de installação facil nos fornos industriaes; o manometro indicador, cuja leitura dá immediatamente a temperatura, póde collocar-se a qualquer distancia do ponto do forno em que esteja collocado o tubo de porcellana que contém o carbonato de cal e é bastante sensivel.

Pena é, pois, que estas vantagens sejam annulladas pela falta de rigor e de comparabilidade das suas indicações, devida á permeabilidade da porcellana e ás profundas modificações physicas que a successão das decomposições e recom-

posições determina no carbonato de cal. Salvetat presume e o dr. Bischof affirma mesmo, em contraposição aos trabalhos de Debray, que a lei da dissociação, tal qual foi estabelecida por Deville para os corpos gasosos ou volateis, não é applicavel á dissociação dos corpos formados por um elemento gasoso e outro fixo e que justamente o carbonato de cal apresenta, sob este ponto de vista, irregularidades peculiares.

Para completar esta rapida enumeração dos apparelhos pyrometricos resta-nos dizer alguma cousa sobre o pyrometro electrico de Siemens.

Este instrumento, inventado em 1873, não se funda, como os antigos pyrometros electricos de Becquerel e Pouillet, sobre a thermoelectricidade; as suas indicações provêem de que um conductor metallico bem limpo, apresenta á passagem de uma corrente electrica uma resistencia que é tanto maior, quanto mais elevada é a temperatura a que se encontra o mesmo conductor.

Este accrescimo de resistencia, posto que não uniforme, segue, comtudo, uma lei susceptivel de rigorosa representação geometrica.

Assim, dada a resistencia de qualquer conductor a 0° centigrados, nós podemos calcular qual ella será a 100°, 1000°, 3000° etc. e reciprocamente, conhecida a resistencia, póde d'ella deduzir-se a temperatura que a determinou.

O conductor metallico que se emprega é um fio de platina, de resistencia conhecida, que se enrola sobre um cylindro de argilla refractaria em cuja superficie se fórma uma ranhura helicoidal; aos dois extremos d'este fio de platina fixam-se fios de cobre que se ligam ao apparelho medidor, que póde ser um galvanometro differencial ou um voltametro differencial.

Empregando o galvanometro, as variações e valores da temperatura são dados pelos deslocamentos da agulha, devidos á desigual resistencia que offerecem á passagem da corrente, que se estabelece no apparelho, os dois ramos em que se acha dividido o circuito, um dos quaes passa pelo fio de platina enrolado na argilla que se expõe ao calor que se pretende medir e o outro faz um percurso de resistencia constante. Tabellas previamente organisadas dão a relação entre a grandeza do deslocamento e o grau da temperatura.

Este apparelho, observadas as necessarias cautelas, é bastante sensivel e rigoroso, permitte seguir bem a marcha do fogo até á temperatura da fusão da platina e tem, sobre todos, a grande vantagem de poder medear qualquer distancia entre a parte subjeita á temperatura que se pretende avaliar e a parte medidora ou indicadora do instrumento.

Em vez do galvanometro póde empregar-se, como já dissemos, como apparelho medidor, um voltametro differencial, isto é, um apparelho formado por dois voltametros, n'um dos quaes actua o braço da corrente que percorre o trajecto de resistencia conhecida, emquanto que a decomposição da agua no outro é produzida pela corrente que teve de vencer a resistencia offerecida pelo conductor submettido á temperatura a determinar.

A medida da resistencia funda-se nas leis de Faraday e Ohm das quaes resulta que a resistencia da espiral pyrometrica é egual ao producto de uma constante pela relação entre os volumes dos gazes desenvolvidos nos dois voltametros, tomando para numerador do quebrado improprio que exprime essa relação, o volume maior, isto é, o do primeiro voltametro.

Como já dissemos, este apparelho funcciona muito regularmente e se os mais escrupulosos e exigentes podem ainda ter algumas duvidas sobre o absoluto das suas indicações, não se póde, comtudo, contestar que elle satisfaz plenamente ás necessidades da pratica que consistem, principalmente, na comparação de differentes temperaturas e na conservação de uma dada temperatura.

Na pratica da industria ceramica a apreciação da temperatura dos fornos, em relação ao maximo a attingir para a conveniente cozedura dos differentes productos, faz-se por meio de pyroscopios, a que os operarios chamam *amostras,* que se collocam dentro do forno em pontos d'onde seja facil retiral-os. O estado de cozedura d'estes indicadores, que são pequenas placas feitas da mesma argilla dos productos em cozedura, dá a conhecer o estado em que estes se acham e permitte determinar o termo da operação, e as mudanças que elles vão apresentando, á medida que a temperatura se vae elevando, e apreciar a marcha do fogo. A comparação das amostras collocadas nas differentes partes do forno faz conhecer a maneira pela qual o calor n'elle se distribue e a comparação das amostras de uma fornada, com as de outra, estabelece o estado a que é necessario leval-as para que a cozedura seja feita á temperatura que melhor lhe convem.

Similhantemente se procede para os esmaltes.

Entretanto este meio de apreciação, apesar de quasi directo, é bastante fallivel e só póde dar bom resultado, mediante certas precauções, nas mãos de um pratico habil e experimentado.

CAPITULO IV

Modificações das argillas. Composição das pastas

Taes quaes se encontram na natureza e se extrahem dos seus jazigos, as argillas não estão, em grande numero de casos, no estado proprio para entrar immediatamente na fabricação dos productos ceramicos.

Para as trabalhar e applicar convenientemente, é muitas vezes necessario, mais ou menos, conforme as argillas, os productos a que são destinadas e o processo de fabrico, addiccionar-lhes algumas substancias, ou submettel-as a processos de tratamento que modifiquem a sua compacidade, plasticidade, fusibilidade, contracção pela desseccação e pela cozedura, e mesmo a sua composição intima.

Sendo, como já vimos, a plasticidade uma das propriedades mais importantes da argilla e com a qual intimamente se relaciona o retrahimento, é sobre ella que directamente se exercem as modificações necessarias, quer para a desenvolver, quer para a diminuir, porque, fóra de certos limites de plasticidade que a pratica estabelece, a pasta não se presta a ser convenientemente modelada ou moldada. Uma pasta pouco plastica é difficil de trabalhar, e uma que o seja demasiadamente, soffre grande contracção ao ar, e fende se na cozedura.

As substancias que se addicionam á argilla, para a trabalhar mais facilmente, ou para lhe modificar as propriedades intrinsecas, deveriam receber a denominação geral de *modificativos*, ou antes de *correctivos*, mas a maior parte d'ellas são mais conhecidas sob o nome de *materias desengordurantes*, ou *anti-plasticas*, porque têem muitas vezes por fim corrigir a demasiada plasticidade de uma dada argilla, ainda que em outros tantos, se não mais, se recorra a ellas para des-

envolver esta importante propriedade. Os anti-plasticos actuam, em geral, dando ás pastas maior porosidade e facilitando assim a eliminação da agua de embebição ou de combinação, quer na desseccação ao ar, quer na cozedura, e obstam assim á formação de fendas e á grande reducção de volume dos objectos.

Trataremos em primeiro logar dos meios de desenvolver e augmentar a plasticidade das argillas, e que são:

A *addicção de uma certa quantidade de agua;*

A *mistura de uma substancia mais plastica;*

A *eliminação das partes não plasticas, designadamente das particulas arenosas, pela levigação*;

Homogenisação da argilla ou da *pasta argillosa.*

Examinemos pela sua ordem estes differentes processos e vejâmos qual possa ser a sua influencia e o seu modo de acção.

Addicção de agua. — Acontece, não raro, que as argillas quando se extrahem da barreira, sobretudo as que têem um caracter schistoso, se apresentam endurecidas, lithoides, pouco plasticas e não estão em estado de se poderem trabalhar. É, portanto, necessario juntar-lhes uma substancia que as penetre, as amolleça e dê ás suas moleculas a faculdade de escorregarem umas sobre as outras e ao mesmo tempo maior cohesão, n'uma palavra, que lhes desenvolva a plasticidade. Esta substancia é a agua.

Percebe-se facilmente que a addição de agua deva ter um limite que não ha vantagem alguma em exceder, porque o barro embebido de uma exagerada proporção de agua torna-se molle, difficil de trabalhar e de moldar, leva mais tempo a seccar, fica mais exposto a fender ao ar e no forno e soffre maior contracção, podendo mesmo o excesso de agua levar á completa annullação da plasticidade, como succede no processo em que, em vez de pasta, o barro é applicado em calda delgada, a que os operarios chamam *lambugem.*

A proporção de agua a juntar á argilla deve, pois, ser regulada em cada caso pela experiencia, segundo a natureza do barro, estação do anno, ou estado hygroscopico da atmosphera, processo de fabricação e natureza do producto.

Convem notar desde já que as machinas não permittem, para o seu conveniente funccionamento, grandes variações no grau de consistencia da pasta, e que os productos ôccos devem ser feitos com pastas menos duras do que os massiços.

Casos ha tambem em que a addicção da agua é completamente desnecessaria, ou porque, a argilla tenha já a plasticidade desejavel, ou porque pelo emprego de uma forte machina, se possam moldar as peças a secco.

Este meio de modificar as propriedades plasticas de uma argilla, não é, porém, tão simples e efficaz, como poderia parecer á primeira vista, porque o seu emprego tem de ser subordinado ao grau de consistencia que deve ter a pasta, conforme o trabalho a que se destina, e que póde não corresponder ao doseamento de agua que convem ao maximo de plasticidade.

A percentagem da agua correspondente a este maximo varia desde cerca de 40 por cento para argillas gordas e calcareas, até 15 por cento para argillas muito magras e arenosas. N'estas, a agua actua, provavelmente, humedecendo a superficie dos grãos de areia e permittindo-lhe adherir ás particulas de argilla.

Segundo as interessantes experiencias do sr. E. Bourry, o maximo da plasticidade da argilla por elle ensaiada, correspondia a 30 por cento, de agua, emquanto que a quantidade de agua necessaria para dar á pasta a consistencia correspondente aos differentes processos de fabrico, desde o que admitte o maior grau de dureza, até ao que permitte empregar a pasta mais branda, começava em 17,5 por cento e subia até 32, por cento, em progressão arithmetica, cuja rasão era 2,5, dando assim 7 termos correspondentes aos differentes processos de fabrico á machina e á mão.

Mistura de uma substancia mais plastica. — Este processo de augmentar a plasticidade é seguramente um dos mais efficazes; o seu emprego é bastante frequente, mas depende sobretudo das circumstancias locaes e das condições de preço, do custo da operação e do valor dos productos.

Póde dizer-se, de um modo geral, que a plasticidade da mistura de differentes barros, areias ou argillas é a media das plasticidades dos corpos componentes, tendo em attenção as suas quantidades relativas; entretanto, a substancia mais propria para addiccionar a uma argilla é outra argilla que tenha justamente as qualidades que faltem á primeira e, para uma mistura n'estas condições, tem mostrado a experiencia que a plasticidade da mistura póde ser maior que a media das plasticidades das argillas componentes.

Emprega-se tambem para dar uma plasticidade, por assim dizer, artificial a algumas pastas ceramicas, como por exemplo ás das porcellanas brandas, e ás dos botões chamados de louça, que não possuem nenhuma, materias mucilaginosas, taes como leite, oleos, colla de peixe, etc.

Levigação. — Por esta operação, a que pelo seu custo, em geral, relativamente elevado, só se recorre em condições excepcionaes, eliminam-se o saibro, a areia e o calcareo, preju-

diciaes á fabricação dos productos finos, e, portanto, as substancias que mais ou menos contrariam a plasticidade que a levigação desenvolve, por assim dizer, indirectamente.

Homogenisação da pasta.— É condição essencial, para obter bons resultados, que a mistura da agua com a argilla seja perfeita, isto é, que todas as partes da pasta tenham o mesmo grau de humidade, n'uma palavra, que a massa seja homogenea.

Desenvolvendo-se as propriedades plasticas nas argillas pela addicção de uma certa quantidade de agua, percebe-se facilmente que os grãos ou grumos de argilla, que não tenham recebido a porção conveniente, actuem como desengordurantes, diminuindo a plasticidade media e influindo tambem perniciosamente nos outros effeitos ligados á plasticidade.

Como já indicámos, o retrahimento, a densidade e a resistencia de uma pasta argillosa variam com a proporção da agua que contém, e d'aqui resulta que não estando a pasta homogenea, e contendo, portanto, proporções de agua differentes nos seus differentes pontos, haverá no mesmo producto certas partes que soffram retrahimento maior ou menor, do que outras proximas, e esta differença ha de provocar necessariamente um estalado, e fendas, e até rupturas, não só durante a seccagem, como tambem na cozedura.

É, pois, da maxima importancia que a pasta seja bem homogenea, e para se conseguir este fim não ha machina, por mais aperfeiçoada, que possa supprir completamente a acção de um factor importantissimo, o tempo, sem o qual a agua que penetra no interior da massa argillosa pela acção da capillaridade, caminhando lentamente de grão para grão, não se poderá distribuir por toda ella, de modo a dar-lhe o mesmo grau de humidade. Sob este ponto de vista, póde mesmo dizer-se que são justamente as machinas e a revolução que o seu emprego produziu na industria, que fazem com que aquelle factor não seja tido em tanta conta como o era d'antes e o é ainda na pequena industria, em que a menor producção permitte fazer invernar os barros, molhal-os por varias vezes, e, emfim, deixar descansar a pasta, depois de amassada, antes de a empregar na moldação, pratica que dá sempre excellente resultado.

Para fazer, porém, face ás necessidades de uma grande producção, e para não occupar grandes areas de terreno, de que nem sempre é possivel dispor, mas tambem muitas vezes só por mal entendida economia, abreviam e reduzem-se quanto possivel as operações, não raro em grave detrimento dos productos fabricados.

A velocidade com que a agua é absorvida pelas argillas varia muito com a natureza d'estas. Emquanto que umas podem permanecer na agua dnrante mezes sem serem sensivelmente desagregadas, outras, pelo contrario, absorvem com grande avidez a agua que se lhes addicciona. Os meios mechanicos e o tempo pelos quaes se consegue tornar a pasta bem homogenea devem, pois, variar com as substancias sobre que têem de actuar, as quaes, em todo o caso, ganharão tanto mais quanto mais prolongada foi a sua acção.

A invernação dos barros em certos climas, a seccagem ao sol em outros, a molha prolongada, o deixar enxambrar a pasta antes da moldação, são excellentes meios para augmentar a plasticidade das argillas e têm, sobre quaesquer outros, a vantagem de não exigirem grandes despezas de installação e não onerarem sensivelmente o custo de producção.

Obtem-se tambem uma massa bem homogenea, e este meio é muito recommendavel quando se empregam barros differentes, seccando e pulverisando previamente os materiaes e misturando-os depois de reduzidos a pó. Sob esta fórma a mistura faz-se com pequena despeza de dinheiro e de força, emquanto que é sempre difficil e demorado tornar bem homogenea a mistura de substancias pastosas.

Este processo de preparação das argillas, por via secca, é muito recommendavel, porque diminue muito as quebras na seccagem e na cozedura.

Inutil será accrescentar que, em todo o caso, a pasta ficará tanto mais homogenea quanto mais trabalhada fôr, qualquer que seja a fórma por que se exerça esse trabalho mechanico, quer seja batendo, quer seja laminando ou passando á fieira, do que parece resultar uma modificação na disposição das moleculas argillosas, e com ella mais tenacidade, maior facilidade de moldação e, até certo ponto, maior resistencia á tracção.

Indicados os meios pelos quaes se póde, dentro de certos limites, augmentar a plasticidade de uma argilla, passemos agora á enumeração dos que a pratica utilisa para corrigir uma exagerada plasticidade, e que consistem em:

Augmentar a consistencia da pasta, reduzindo a quantidade de agua a juntar para a moldação;

Misturar á pasta uma substancia desprovida de plasticidade, ou menos plastica do que a argilla empregada;

Seccar a argilla naturalmente ao ar, ou artificialmente, pelo calor, ou pela pressão e filtração.

Do primeiro meio já tratámos, porque elle é, por assim dizer, o inverso do empregado para desenvolver a plasticidade

e, n'este caso, como n'aquelle, o seu emprego tem de ser contido entre limites apertados, determinados pelo grau de consistencia conveniente para o genero de trabalho a executar, o qual, como já vimos, não admitte grandes variações.

Mistura de uma materia anti-plastica.—É claro que addicionando á argilla uma substancia desprovida de plasticidade, poderemos diminuir, tanto quanto quizermos, a plasticidade da pasta, e a propria natureza nos ensina este processo, visto que a maior parte das argillas que nos fornece, são já misturas de argilla pura com materias não plasticas. Assim, segundo os srs. Seger e Aron, a argilla mais gorda que se possa encontrar não conterá menos de 16,5 por cento de materias quasi desprovidas de plasticidade, e esta proporção é geralmente mais forte. N'uma mistura d'esta natureza a argilla envolve os grãos de areia e faz com que elles se soldem uns aos outros, representando um papel analogo ao que cabe á argamassa na constituição dos betons. Quanto mais numerosos forem, pois, os grãos de areia, suppondo constante a sua grandeza, tanto mais a argilla terá de se dividir, e esta divisão ha de necessariamente effectuar-se com prejuizo da resistencia, e tanto assim, que excedendo a proporção de areia um certo limite, a pasta desaggrega-se ao minimo choque ou contacto, porque a argilla não é bastante para agglomerar entre si os grãos de areia.

São em grande numero as substancias que podem ser empregadas como anti-plasticas, posto que não tenham todas o mesmo valor e não devam, portanto, ser applicadas indifferentemente.

No rapido estudo que d'ellas vamos fazer indical-as-hemos, quanto possivel, pela ordem da sua importancia.

Areia.—É a substancia desengordurante a que mais geralmente se recorre, pela facilidade do seu emprego e pela abundancia dos seus depositos, e é eminentemente propria para este fim, porque ao passo que modifica a plasticidade das pastas, impede tambem que adhiram aos moldes, á espatula ou palheta, ás mãos, aos embolos e ás fieiras das machinas, etc., favorecendo ao mesmo tempo a seccagem pela evaporação da agua, oppondo-se á deformação e empeno dos productos na seccagem e na cozedura, tornando uniforme o retrahimento, e dando á superficie dos productos uma certa aspereza que, para alguns, como para os tijolos, por exemplo, é muito conveniente para facilitar e augmentar a adherencia da argamassa.

O valor das areias para este fim, é, porém, variavel, se-

gundo o seu grau de pureza e a fórma globulosa ou angulosa dos seus grãos. Algumas areias são dotadas de uma certa plasticidade, as que são mais ou menos argillosas, como as areias chamadas de fundição, e diz-se então que são gordas, outras inteiramente desprovidas de plasticidade, dizem-se magras, como as provenientes da desaggregação dos grès.

Como indicação geral. diremos que se devem preferir as areias siliciosas, posto que não convenha empregar areias demasiado magras, porque, com estas, a adherencia entre a argilla e a areia é menor e a pasta fica muito grosseira e aspera. Os grãos de areia devem ser sufficientemente finos para se encorporarem bem na massa, quanto possivel de egual volume e a sua fórma arredondada é preferivel a uma structura angulosa ou lamellar.

As areias macias, ligeiramente argillosas, que muito frequentemente se encontram na vizinhança dos jazigos de argilla, são as mais apropriadas para esta applicação.

A areia tem tambem sua influencia na maior ou menor fusibilidade das argillas, dependente da origem d'aquella e da composição d'estas. Sendo as areias siliciosas, como as que provêem da trituração e desaggregação das rochas quartzozas pelos agentes naturaes, de si difficilmente fusiveis, a sua addicção á argilla póde contribuir para a tornar mais resistente ao fogo; não será, porém, assim, se a argilla contiver alcalis em proporção consideravel, porque se produzirão silicatos alcalinos que, como é sabido, são eminentemente fusiveis e vitrificaveis. Acção analoga exercem os oxydos de ferro e a cal, bem como as areias micaceas ou calcareas, e as que tenham estado em contacto com as aguas salgadas, que contêem necessariamente soda, potassa, cal e ferro, em maior ou menor proporção.

O estado physico das substancias empregadas na mistura tem uma grandissima importancia.

Dissemos que a areia deve ser de grão fino; effectivamente, o grão grosso comprometteria a solidez dos productos, porque experimentando sob a influencia do calor uma dilatação que muitas vezes o faz estalar, e resfriando muito mais facilmente que o silicato de alumina á saida do forno, o seu retrahimento é mais rapido e a cohesão da massa é, em parte, destruida, e tanto mais, quanto mais brusco for o resfriamento e maior o volume dos grãos de areia que entrarem na sua formação. Por isso, se a areia se compõe de grãos grossos, medios e finos, convem passal-a ao crivo e peneiral-a, para só empregar o producto medio, ou o fino, conforme a perfeição do fabrico a que se destina.

Na falta de areia, póde recorrer-se para o mesmo fim aos detritos de balastro de pedras siliciosas, ás lamas lavadas das estradas macadamisadas, á terra calcinada, ao quartzo, ao porphyro, granitos, feldspathos, syenites, grés, etc., que se britam e reduzem a detritos finos.

Na fabrica de Creusot tem-se empregado com vantagem, para tornar bem refractaria a argilla empregada na construcção dos altos fornos e dos fornos de reverbero, pó de silex, obtido *temperando* calhaus de silex, isto é, aquecendo-os ao rubro e lançando-os immediatamente em agua. Percebe-se que este meio, tambem applicavel a todo o quartzo, que deve dar excellentes resultados, só possa ser empregado em casos excepcionaes, em que a qualidade dos productos, a brancura da pasta, etc., podem supportar as despezas que demanda, como succede no fabrico das faianças inglezas e das porcellanas duras.

Barros magros.—Estes, tambem chamados terras francas, quando são sufficientemente puros, constituem um excellente desengordurante.

O seu emprego é muito commum e são na maioria dos casos preferiveis á areia. A esta categoria pertencem tambem os barros ferruginosos e os ocres que communicam á argilla qualidades particulares de dureza e brilho.

A terra vegetal, quando não muito impura e quando não contém muitos restos organicos, e misturada em pequena dose, dá tambem bons resultados.

Cimentos.—Como era facil de prever a propria argilla, perdida a plasticidade pela calcinação, fornece um excellente anti-plastico que apresenta sobre os outros a vantagem de não alterar essencialmente a composição da argilla a que se junta. Em vez, porém, de calcinar directamente a argilla, aproveitam-se os fragmentos dos productos ceramicos inutilisados e os refugos da fabricação, trituram-se, reduzem-se a pó mais ou menos fino, segundo os productos que se tem em vista fabricar, por meio de galgas e peneiros e obtem-se assim o que na techonologia ceramica se denomina *cimento.*

Sob o ponto de vista da plasticidade das misturas é indifferente a natureza do producto de que provém o cimento visto que todos possuem, proximamente no mesmo grau, a propriedade de tornar as pastas menos compactas, mais permeaveis e de mais facil seccagem; entretanto o emprego do cimento unicamente para este fim é bastante restricto, apesar de ser um excellente anti-plastico, pelo seu preço relativamente elevado. Já não succede, porém, o mesmo quando se trata do fabrico de productos que devem ser refractarios,

em que a materia empregada como desengordurante deve tambem ser refractaria, ter quanto possivel a composição chimica da propria argilla e ter já soffrido a acção de um fogo bastante intenso. Fornecem, pois, para este caso, excellente cimento os tijolos provenientes da demolição e reconstrucção dos fornos, os fragmentos das caixas em que se cosem as faianças e as porcellanas, dos cadinhos, dos potes em que se funde o vidro etc. Para maior garantia do fabrico não se aproveitam immediatamente as peças que só tenham ído uma vez ao forno e submettem-se a um recosimento, para lhe augmentar a infusibilidade, antes de as applicar para cimento, reduzindo-as previamente a pó e outra vez a pasta.

N'este caso como seria difficil trabalbar uma materia tão magra como a argilla que já soffreu uma cozedura, mistura-se-lhe barro cru na proporção de $^1/_3$ ou de $^1/_2$.

A proporção de cimento a addiccionar a uma argilla depende da composição d'esta e do grau de infusibilidade que se pretende dar aos productos.

O volume mais conveniente para os grãos do cimento depende tambem dos objectos a fabricar; quanto maior elle for mais facilmente a agua se evapora e menos de receiar serão os inconvenientes que acompanham a seccagem e a cosedura, mas tambem mais difficil de trabalhar e mais porosa ficará a massa, o que é incompativel com certos trabalhos mais apurados.

Calcareo. — Emprega-se no estado de cré, ou carbonato de cal quasi puro, que deve ser muito finamente pulverisada antes de addiccionada á argilla. Esta substancia, que não tem a menor plasticidade, só é empregada para dar a alguns barros a proporção de cal que lhes falte para uma facil cosedura e para poderem fixar o esmalte stannifero, utilisando-se portanto no fabrico da faiança e de algumas especies de porcellana. Comtudo o seu emprego não é isento de inconvenientes graves e deve por isso haver a maxima circumspecção na sua applicação, que em todo o caso só póde fazer-se em proporções que não excedam 12 por cento em peso.

Effectivamente, se a temperatura do forno não é bastante elevada para que o acido carbonico abandone a cal, o carbonato que fica torna o producto pouco resistente e atacavel pelos acidos; se a temperatura é a necessaria para a completa decomposição do carbonato e expulsão do acido carbonico, a cal que ficou livre combina-se provavelmente com a silica para formar um silicato fusivel que communica á peça uma maior resistencia á ruptura e aos acidos, mas que ao mesmo tempo a torna menos propria para supportar tempe-

raturas elevadas e se a combinação não é completa (e na maioria dos casos não o será porque a temperatura necessaria para a produzir não póde ser mantida por muito tempo sem occasionar a fusão do silicato duplo de alumina e cal), fica cal caustica que, disseminada na massa, attrahe a humidade e o acido carbonico do ar tornando os productos muito friaveis.

Margas.—Sendo, como já dissemos, substancias formadas de argilla e carbonato de cal e empregadas directamente na formação de pastas ceramicas para o fabrico de faianças, tijolos, telhas e productos de olaria, conforme a sua composição, é claro que podem ser empregadas como correctivos de barros a que faltem as propriedades que ellas lhes possam communicar, quer pela argilla, quer pelo calcareo que contém.

Feldspathos, pegmatites.—Os feldspathos, as pegmatites os granitos desaggregados, os kaolims grosseiros, no estado de areias finas, são excellentes antiplasticos e fundentes pelos alcalis que contém, a cujo emprego se recorre na formação das pastas brancas de porcellana dura e de algumas faianças inglezas.

Sulphato de cal e sulphato de baryta.—Estes saes, que actuam simplesmente pelas suas bases, isto é, como fundentes, porque á temperatura elevada da cozedura dos productos ceramicos são decompostos, evolvendo-se o acido sulphurico, são empregados, o gesso, na formação da pasta das porcellanas allemãs e a baryta na pasta dos grés inglezes, ambas de extrema finura.

Phosphato de cal.—Á qualidade de antiplastico junta a de fundente energico, quando se attinge a temperatura da sua propria fusão. Este sal é a base das porcellanas brandas, franceza e ingleza.

Pó de carvão.—(Anthracite, Graphite, Hulha, Coke.) Alem das suas propriedades antiplasticas estas materias tem a vantagem de ajudar a cosedura pela sua propria combustão, diminuindo, portanto, a despeza em combustivel.

Comtudo só podem ser applicadas no fabrico de objectos grosseiros e não se deve exagerar a sua proporção para não prejudicar a resistencia das peças a fabricar.

Usa-se, com bom resultado, addiccionar coke e graphite ás pastas destinadas á fabricação dos tijolos empregados nas fundições de canhões.

Serradura de madeira, substancias vegetaes.—Estas materias são principalmente empregadas para dar maior leveza e porosidade aos tijolos, tubos ou vasos, porque ardem no

forno deixando na massa numerosos intersticios permittindo-lhes resistir bem ás mudanças bruscas de temperatura. Comtudo, como para o carvão, a quantidade d'estas substancias, que póde entrar na formação da massa, não deve ir alem de certo limite porque os productos demasiado porosos ficariam sem a necessaria cohesão e muito aptos a embeber-se de agua.

Os numerosos orificios de que a pasta fica crivada têem ainda a vantagem de obstar á continuação de qualquer fenda que comece a produzir-se nos objectos fabricados por esta fórma.

Escorias de forja, de altos fornos, residuos da combustão da hulha.—Todos estes productos, de composição variavel, podem substituir a areia, como antiplasticos, na fabricação de objectos grosseiros, quando não contenham muito enxofre ou cal livre, reduzidos previamente a fragmentos pequenos, operação que se facilita muito quando são lançados em agua logo ao saír dos fornos.

As primeiras são silicatos de ferro muito basicos e contéem muitas vezes acido phosphorico, enxofre e ferro metallico; as segundas que são o resultado da vitrificação das terras e dos oxydos que acompanham os minerios de ferro ou que se lhes juntam para constituir o seu leito de fusão, contêem silicatos duplos de cal e alumina, magnesia, manganez, protoxydo de ferro e ferro metallico; os terceiros são compostos de silica, alumina, oxydo de ferro, cal, magnesia e traços de chloro, que sob a influencia do calor, da cal, da magnesia e do oxydo de ferro soffreram um começo de fusão ou se fundiram completamente, adquirindo um aspecto metallico e poroso.

São, pois, todos mais ou menos fundentes e só podem ser empregados com antiplasticos quando a infusibilidade dos objectos a fabricar não seja um dos fins a attingir; chegando mesmo a dar, quando a sua proporção na pasta é um pouco forte, tijolos vitrificados, pelo menos, á superficie. De resto são fundentes bastante duros e resistentes e só se empregam em objectos grosseiros.

Cinzas.—Ao passo que diminuem a plasticidade actuam como fundentes, pelos alcalis que contêem, dando logar a um começo de vitrificação que póde ser de utilidade para augmentar a cohesão em casos especiaes.

Alem das substancias que vimos de enumerar e que são as de emprego mais geral, muitas outras, cujas propriedades se approximam mais ou menos das dos corpos mencionados, podem tambem ser empregadas como correctivos das argil-

las. São ellas, por exemplo, a pedra pomes, os tuffos, as pozzolanas, que consistem principalmente em silicatos de alumina misturados com quantidades variaveis, mas sempre pequenas, de soda, cal, potassa, oxydo de ferro e agua;

As perlites, retinites, obsidianas, lavas, etc., que, como aquellas, são productos vulcanicos e silicatos de analoga composição chimica qualitativa;

Os basaltos e trapps em cuja formação entram os mesmos elementos chimicos;

Os mica schistos, os schistos argillosos, gneiss, etc., materias ricas em silicato de alumina;

Emfim os grés mais ou menos argillosos, os silicatos de base de magnesia, talco, steatite, serpentina, o amiantho, que dá aos productos uma grande resistencia á ruptura pelo choque, etc.

Em todo o caso e qualquer que seja a substancia de que se faça uso, deve ella ser reduzida a grãos bem finos e misturada intimamente com a argilla para que a pasta fique bem homogenea.

Só a pratica póde ensinar qual seja o desengordurante que melhor convenha a uma dada argilla e á natureza dos productos a fabricar, bem como a proporção em que deva ser empregado. Esta escolha, que depende de varias circumstancias technicas e economicas, tem uma grande importancia e influencia porque d'ella póde resultar desenvolverem-se e afinarem-se as qualidades boas dos barros ou, pelo contrario, communicar-lhes defeitos e vicios que hão de necessariamente traduzir-se em graves prejuizos, pela má qualidade dos productos e pela grande quebra no fabrico.

Tratemos agora do terceiro dos meios indicados para attenuar a plasticidade:

A seccagem das argillas. — A experiencia tem ensinado que deixando seccar uma argilla completamente ao ar, pulverisando-a e juntando-lhe em seguida a agua necessaria para a trabalhar, a sua plasticidade diminue, e este facto traduz-se principalmente na menor facilidade com que ella se deixa estirar depois d'este tratamento.

Embora seja difficil explicar theoricamente este facto, póde talvez admittir-se que a pulverisação destroe a estructura mais ou menos lamellar ou fibrosa que a natureza tinha dado á rocha argillosa.

Se em logar do simples enxugo ao ar, se emprega a dessecação pelo fogo, observa-se que a plasticidade diminue progressivamente com o augmento da temperatura, até desapparecer completamente.

Este facto de observação ensina-nos, pois, um novo e excellente meio de fabricação para as argillas demasiado plasticas.

Este processo que tem tambem a vantagem de dar homogeneidade á pasta reduzindo, portanto, muito as quebras pela seccagem e pelo retrahimento, parece-nos destinado a um largo emprego particularmente para productos que demandem maior apuro e mesmo para o fabrico de tijolos e telhas á machina.

O custo da seccagem artificial do barro antes de trabalhado tem sido consideravelmente reduzido, nos ultimos tempos, pelo emprego de fornos especiaes de desseccação aperfeiçoados, de modo que este novo processo de fabricação, tendo em conta todas as vantagens que por elle se obtêem, sáe relativamente mais barato para os productos finos do que o que consiste em trabalhar o barro com a sua agua de barreira.

Por este processo, diz o sr. E. Bonrry de cujo trabalho sobre a plasticidade das argillas, extrahimos esta indicação— *simplesmente regulando a temperatura do desseccador pode obter-se o grau de plasticidade que se deseja.*

É natural suppor e já dissemos que effectivamente assim era, que a elevação da temperatura que determina a diminuição da plasticidade póde causar tambem a sua completa destruição. E para a conseguir não é necessario que o aquecimento vá até á temperatura proxima da correspondente á cozedura do barro; experiencias feitas com argillas de differente natureza provam concordantemente que a perda da plasticidade se dá entre 200° e 400°, isto é, antes da argilla começar a tornar-se luminosa e portanto antes que toda a agua n'ella contida tenha sido expulsa.

Quanto á causa que determina a perda da plasticidade, diz ainda o sr. Bourry, basta indicar que ella deve, sem duvida, estar intimamente ligada á causa mesma da plasticidade e que portanto é preferivel não aventar sobre ella hypotheses que seria difficil justificar, visto que o estado actual dos nossos conhecimentos sobre a constituição dos corpos não nos permitte determinar com segurança a origem e essencia da propria plasticidade, limitando-nos a consignar o facto que uma temperatura relativamente pouco elevada basta para destruir a plasticidade e que esta não depende da agua chamada de combinação, contida nas argillas, visto que aquella se dá antes de completa eliminação d'esta agua.

Indicados os processos pelos quaes se póde modificar a plasticidade das argillas, bem como o seu retrahimento e de-

formabilidade, vejâmos agora as modificações e correcções que se lhe podem fazer para as melhorar sob o ponto de vista da sua menor fusibilidade e portanto da sua resistencia ás temperaturas muito elevadas que é necessario manter nos fornos que se applicam em varias industrias e especialmente na industria ceramica, vidreira e metallurgica.

Este fim póde, até certo ponto, ser attingido por meios directos e por meios indirectos.

Visto que as argillas que dão productos fusiveis e pouco refractarios devem esta imperfeição relativa aos oxydos de ferro, á cal, á magnesia e aos alcalis que entram na sua composição, é claro que se chegassemos por um meio simples e efficaz a prival-as d'estes fundentes, antes de as submetter á moldação, e portanto á cozedura, tornal-as-íamos muito mais resistentes ao fogo, servindo-nos de um meio directo.

Já em 1847 o sr. Goffard tinha indicado que se tratassem as argillas pelo acido chlorhydrico bruto, cujo preço é bastante baixo, até á completa dissolução dos corpos acima indicados o que, a seu ver, exigiria uma hora de digestão a quente n'este acido. Terminada a digestão decantar-se-ía o acido sobre o barro depositado, lavar-se-ia este com muita agua e o barro ficaria apto para ser trabalhado.

Em 1860 o inglez sr. Bower tirou privilegio no seu paiz para um processo de tratamento absolutamente identico.

Modernamente, na sua memoria sobre a composição dos tijolos refractarios, o sr. Mène recommenda tambem esta lavagem pelo acido chlorhydrico para melhorar as argillas e communicar-lhes propriedades refractarias.

A digestão no acido, as lavagens e manipulações acarretam porém, despezas consideraveis e percebe-se que só se recorrerá a estes processos nas localidades em que não seja possivel obter, por preços regulares, tijolos refractarios ou barros convenientes para a sua fabricação e quando tenham falhado inteiramente os meios que já apontámos para tornar os barros menos fusiveis.

Não será, porém, assim, se se tratar do fabrico de objectos refractarios de preço mais remunerador do que o dos tijolos, taes como cadinhos, retortas, etc. porque n'este caso as despezas feitas para melhorar as qualidades dos barros poderiam, em dadas circumstancias, ser amplamente compensadas pelos preços de venda.

O acido chlorhydrico não influe, porém, apenas nas qualidades refractarias de um barro. Segundo as experiencias do dr. Bischof, uma argilla medianamente refractaria e pouco plastica, tratada por este acido ganha em infusibilidade, mas a

sua plasticidade diminue, emquanto que o mesmo tratamento applicado a um barro muito pouco refractario mas bastante plastico, augmenta tanto a sua infusibilidade como a sua plasticidade.

Consegue-se indirectamente diminuir a fusibilidade das argillas abaixando a proporção das partes fusiveis, para as que o não são, pela addicção de substancias infusiveis de si mesmas e não susceptiveis de dar com os elementos da argilla silicatos multiplos que são sempre mais ou menos fusiveis e que se formariam necessariamente se a temperatura a que houvesse de ser submettida a argilla attingisse ou excedesse a que determina a sua formação.

As substancias naturalmente indicadas para este fim são a silica pura e a alumina, com a condição, ainda assim, de se ter em attenção, para empregar a primeira com exclusão da segunda e vice-versa, se a acção que os productos tem de soffrer é acida ou basica.

Satisfeita esta condição, estas substancias dão muito bom resultado.

Comtudo, pelo seu elevado custo, não são de emprego commum, recorrendo-se geralmente para o mesmo fim aos *cimentos*, que tem a grande vantagem de não introduzir na massa nenhum elemento novo, e á graphite.

O uso da graphite, que é carbone quasi puro, tem-se generalisado bastante, nos ultimos annos, pelos seus bons resultados. Nem mesmo tem rasão de ser o receio de que a pasta se queime ao contacto do ar, porque a argilla, que se agglomera á superficie, fórma com as cinzas uma especie de vidro, que cobrindo a superficie, impede o contacto do ar.